Kursbuch

Kursbuch/Rotbuch Verlag · November 1989 · Heft 98 · DM 10 · A 202 81 F

Das Chaos

Rudolf von Woldeck, Tohuwabohu
Beate Ziegs, Chaos-Magie
Becker / Dörfler, Das Apfelmännchen
Wolfgang Coy, Kunst aus dem Computer
Rudolf A. Treumann, Haydn und das Chaos
Krohn / Küppers, Rekursives Durcheinander
Bernd Mahr, Einwände eines Informatikers
Christa Hackenesch, Chaos als Rausch
Eckart Britsch, Chaos als Führungsstil
Rainer Paslack, Chaos als Modebegriff
Peter Kammerer, Compromesso caotico
Herbert Jaeger, Komplexe Systeme
Exkurse: Von Mao zu Mozart – und zurück / Spätlese / Die Zukunft der Vergangenheit

Kursbuch
Herausgegeben von Karl Markus Michel und Tilman Spengler
Unter Mitarbeit von Hans Magnus Enzensberger
Redaktion: Ingrid Karsunke

Goethe-Institut e.V.
Bibliothek

98 Das Chaos November 1989

Rudolf von Woldeck, Formeln für den Tanz 1
Beate Ziegs, Chaos-Magie 27
Karl-Heinz Becker / Michael Dörfler, Rezept für ein Apfelmännchen 39
Wolfgang Coy, Dem Wahren, Schönen, Guten. Die künstlerische Botschaft der Mathematik 43
Rudolf A. Treumann, »Und die Erde war wüst und leer.« Haydn und die Schöpfung 61
Wolfgang Krohn / Günter Küppers, Rekursives Durcheinander. Wissenschaftsphilosophische Überlegungen 69
Bernd Mahr, Chaos-Connection. Einwände eines Informatikers 83
Christa Hackenesch, Vom Chaos der Gefühle 101
Eckart Britsch, Chaos als Führungsstil 107
Rainer Paslack, »... da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein«. Die Karriere des Chaos zum Schlüsselbegriff 121
Peter Kammerer, Compromesso caotico 141
Herbert Jaeger, Komplexe Systeme. Eine Schule der Bescheidenheit 149
Exkurse: Von Mao zu Mozart – und zurück 165 / Spätlese 170 / Die Zukunft der Vergangenheit 173

Das Kursbuch erscheint einmal im Vierteljahr. Jedes Heft kostet im Jahresabonnement DM 8,50, im Einzelverkauf DM 10. Verlag: Kursbuch Verlag GmbH/Rotbuch Verlag GmbH, Potsdamer Straße 98, 1000 Berlin 30; Telefon 261 1196. Anschrift der Redaktion: Kursbuch Verlag, Niebuhrstraße 77, 1000 Berlin 12, Telefon 881 5059. Die Redaktion lädt zur Einsendung von Manuskripten ein, bittet jedoch darum, Rückporto beizufügen; sie erklärt, daß sie solche Sendungen in der Regel nicht kommentieren und keine Haftung für sie übernehmen kann. Verantwortlich für den Inhalt: Karl Markus Michel und Tilman Spengler. Anzeigenverwaltung: Runze & Casper Verlagsservice OHG, Schöneberger Ufer 65, 1000 Berlin 30, Telefon 030/261 1865, Fax: 030/261 1869.
© 1989 Kursbuch Verlag, Berlin. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, für sämtliche Beiträge vorbehalten.
Druck und Bindung: Druckerei Wagner GmbH, Nördlingen.
Beilagen: Integral Verlag (Teilbeilage), »Kirschkern« Buchversand (Teilbeilage), Rotbuch Verlag, Rowohlt Verlag, Wohlthat's Versand (Teilbeilage)

Rudolf von Woldeck
Formeln für das Tohuwabohu

»... man muß noch Chaos in sich haben, um
einen tanzenden Stern gebären zu können.«
F. Nietzsche, Zarathustras Vorrede

1. Begriff

Aller Anfang ist Chaos. Der Anfang des Denkens wurzelt im Mythos. Der Mythos, welcher es auch sei, beginnt chaotisch, von den Urmythen der Inder, der Griechen, der Hebräer bis hin zum modernen wissenschaftlichen Mythos vom Big Bang und der Inflation des Universums. Im Sinne von Wissen waren deshalb die historischen Mythen von ebenbürtigem wissenschaftlichen Rang. Ihr Vergehen zeigt die Historizität von Wissenschaft an. Doch haben wir hinzugelernt.

Im Mythos steht das Chaos am Anfang; aus ihm geht alles hervor: der Ur-Gott oder die Ur-Göttin und die Welt (nur nicht bei den Hebräern). Aber dann ist da noch etwas anderes, von dem man nicht sagen kann, woher es kommt: der Nordwind, mit dem die Göttin sich paart, nachdem sie ihn, wie einen Penis, zwischen ihren Händen gerieben, vor ihm getanzt hat, um ihn lüstern zu machen; oder ein anderer Gott, der zur Paarung benötigt wird; sonst würde die Welt nicht entstehen. Woher sind diese anderen, woher haben sie die Lüsternheit, dieses Wissen über Zeugung, die Notwendigkeit der Begattung zum Zwecke der Schöpfung, Vermehrung; warum überhaupt Vermehrung, Entwicklung; wer gibt ihnen das ein? Handelt es sich um notwendige Eigenschaften des Chaos? Der Mythos hüllt sich in Schweigen, verweigert die Antwort. Erhaben steht er da, undurchdringlich uneinsehbar. Nach ihm die Ordnung, in ihm das Chaos, das Durcheinander, das Tohuwabohu. Er beschwört das Chaos, um, was danach kommt, zu erklären: die Welt, die Natur, die Existenz und die Evolution des Menschen, der Gesellschaft. Was Chaos ist und warum es zu derlei Dingen fähig ist, darüber läßt sich der Mythos nicht aus. Es zu deuten ist nicht seine Sache. Der hebräische Mythos setzt an den Anfang Ihn – und das Tohuwabohu; ohne Ihn vermag das Tohuwabohu nichts. Aber warum und wie vermag Er, und woher ist Er überhaupt? Mit dem Chaos allein ließe sich leben; damit fänden wir uns ab, wenn es nur aus sich heraus etwas Beständiges hervorbrächte, das wir kennen. Warum dann noch ein Prinzip, ein Anderes, ein

ganz und gar nicht Plausibles? Aus dem Mythos ist nichts zu erfahren; er ist selbst chaotisch, dunkel gähnend, geheimnisvoll oder geheimnisleer, konfus, durcheinander. Er beschreibt das Chaos nicht, nicht, was es war, woher es kommt, wer es gemacht hat. Chaos ist da, war da; es erklärt sich selbst. Jedes Fragen danach ist müßig. Aber weil der Mythos durch der Menschen Münder geht, muß er das Chaos benennen. Die Hebräer reden vom Tohuwabohu, dem Durcheinander und der Leere. (Was geht da durcheinander, wenn es doch leer ist; ist die Leere nun leer oder nicht? Das ist die alte Frage, auf die die moderne Physik wieder stößt, wenn sie vom Vakuum spricht.) Die Griechen greifen zu einem Spiel, einer Metapher. Chaos kommt von *chainein*, gähnen; das Wort verdeutlicht das Klaffen der Leere als Sprung über das ganze Alphabet hinweg. Weil Chaos sich aber auf etwas Wirkliches, in der Natur zumindest im Anfang Aufgetretenes bezieht, erschöpft sich sein Sinn nicht in der Kunstfigur des Wortes, sondern nimmt umgekehrt diese zum Symbol für das in der Natur Vorkommende, nicht anders Bezeichenbare. Das lateinische Äquivalent zu chaotisch ist erratisch, hat die Bedeutung von verstreut und fehlerhaft und zeigt den Abstieg aus dem archaischen, bedeutungsgeladenen Hochland des griechischen Denkens ins banale Flachland der römischen Begriffe.

2. Die Tragödie des Determinismus

Als Natürlichstes von der Welt sollte sich das Chaos in demjenigen Zweig menschlichen Denkens wiederfinden, der sich als Naturerkenntnis konstituiert hat, in der Naturphilosophie, wie sie früher hieß: in den Naturwissenschaften. Weil die Natur aus dem Chaos herkommt, sollte das Chaos ihr Gegenstand sein. Das aber war bis heute nicht so. Im Gegenteil, die Naturwissenschaft hat bis vor wenigen Jahren das Chaos aus ihrem Denken als unnatürlich verbannt, als etwas gebrandmarkt, das vermieden werden muß und nicht ihr Gegenstand sein darf. Ihr Ziel ist die Rückführung aller Phänomene auf einige wenige aus der Erfahrung extrahierte und streng symbolisch formulierbare Regeln, sogenannte Naturgesetze, unter der einzigen Voraussetzung der Existenz eines wohldefinierten Kausalzusammenhanges, daß nämlich die Ursache der Wirkung vorhergehe, als elementarer logischer Annahme. Diese Regeln sollen zum einen eine befriedigende Erklärung der Phänomene, aus denen sie erschlossen worden sind, durch den evidenten, von sich aus vernünftigen und einsichtigen Kausalzusammenhang vermitteln. Sie sollen zum anderen präzise Vorhersagen ermöglichen. In beiden Fällen ist Chaos höchst unerwünscht. Darum verstand Naturwissenschaft sich von Anfang an als chaosfrei, als die Methode, aus den schein-

bar willkürlichen Erscheinungen streng definierte Regelmäßigkeiten herauszulesen und mit deren Hilfe das Chaos als etwas Scheinbares, Nichtexistentes zu entlarven. Daß dies irgendwo widernatürlich sein mußte, äußerte sich nur in einigen meist gleichfalls ignorierten Randerscheinungen: Sobald die Wissenschaft das mythische Zeitalter hinter sich gelassen und die ersten Naturgesetze formuliert hatte, stand sie vor der etwas beunruhigenden Erkenntnis, daß sie weder in der Lage war, die Anfänge zu beschreiben, noch in irgendeiner Art und Weise, wenn schon nicht dem Chaos, so doch wenigstens einer begrenzten Entscheidungsfreiheit des Menschen Raum zu geben. Die Naturgesetze versklavten alles, was in ihren Geltungsbereich fiel; bis in alle Ewigkeit. Epikur, der erste griechische Atomist, sah das als erster: »Es wäre besser, den Mythen über die Götter zu folgen, als wie der Physiker ein Sklave des Schicksals zu werden. Die Mythen sagen uns, daß wir hoffen können, die Herzen der Götter zu erweichen, wenn wir sie verehren, während das Schicksal von unerbittlicher Notwendigkeit geprägt ist.«[1]

Die Naturwissenschaft (Physik) hatte etwas von der Unabänderlichkeit, der Unausweichlichkeit der griechischen Tragödie an sich und behielt dies Odeur bis tief hinein in unser Jahrhundert, über Alfred North Whitehead hinaus, dem die Vision der großen Tragödiendichter des alten Athen von einem unerbittlichen und gleichgültigen Schicksal, das einen Vorfall bis zu seinem unausweichlichen Ende treibt, genau die Anschauung ist, »die von der Wissenschaft Besitz ergriffen hat. Das Schicksal der griechischen Tragödie wird im modernen Denken zur Ordnung der Natur.«[2] Die einmal gefundenen Naturgesetze lassen keine Abweichung im Geschehen mehr zu, das sie regieren. Dieser Zustand war vielen entsetzlich, nicht nur war Naturwissenschaft schwer zu verstehen, mußte man die Geometrie, die Mathematik beherrschen, scharf logisch denken lernen; nun fand sie auch noch heraus, daß das Dasein unausweichlich, unabänderlich nach den von ihr gefundenen Gesetzen ablief – wenn es da nicht noch ein anderes Prinzip gab, das den Ausbruch aus dieser sklavischen Hölle ermöglichte: die Götter. Anderen war es ein Vergnügen, in den Termini einer vollständig prästabilierten Weltharmonie zu denken, insbesondere nachdem Newton die mechanischen Bewegungsgesetze gefunden und seine bedeutenderen Schüler die dynamische Theorie des Planetensystems und der Maschinen entwickelt und Kant sogar noch eine Entwicklungstheorie der Welt geschaffen hatte, die fast allein mit den Newtonschen Gesetzen auskam und als Zusatz »nur« noch eine für Kant plausible *turbulente* Bewegung des Urgases benötigte, aus dem Planeten und Sonne entstanden, das Universum nach dem damaligen Vorstellungsstand. Newtons Mechanik schien für eine vollständige Be-

schreibung der Welt auszureichen; sie erwies sich außerdem wegen ihrer Symmetrie, inneren Einfachheit und Konsistenz als überaus befriedigend und wurde deshalb auch als schön empfunden.

3. Inkonsistenz und Glaube

Die Mechanik, enthalten in den Newtonschen Gesetzen, ist eine deterministische Theorie. Was sie voraussetzt, ist allein die Kenntnis des Anfangszustandes des zu beschreibenden physikalischen Systems; alles weitere, alle weitere Entwicklung des Systems ist dann in allen Einzelheiten bekannt und kann im Prinzip aus den Grundgleichungen der Mechanik mit beliebiger Genauigkeit errechnet werden. In dieser bis vor kurzem für unumstößlich gehaltenen Aussage besteht die Behauptung des Determinismus. Für jeden mathematisch ausreichend Vorgebildeten läßt sie sich relativ leicht einsehen; denn die Gleichungen der Mechanik sind Differentialgleichungen, deren Lösungen für alle Zeiten einzig und allein durch die Anfangsbedingungen, den vollständig bekannten Ausgangszustand festgelegt werden. Wenn also diese Gleichungen die gesamten Vorgänge in der Welt beschreiben und auch der Mensch zur Welt gezählt wird, wird sofort verständlich, welche Widersprüche die Frage nach der persönlichen Entscheidungsfreiheit aufwirft; aber auch andere Erscheinungen in der Welt, die sich nicht ohne weiteres aus den Newtonschen Gleichungen ableiten lassen, bereiten Verständnisschwierigkeiten. Zu diesen Erscheinungen gehören zwei gut bekannte: die Wettervorhersage und das Phänomen der Turbulenz in einer Flüssigkeit oder einem Gas. Beide sind grundsätzlich mechanisch bestimmte Vorgänge in Systemen, die man gut zu kennen glaubt und deren Anfangsbedingungen sich mit eigentlich ausreichender Genauigkeit ermitteln lassen sollten. Aber löst man die Gleichungen, so verhält sich weder das Wetter noch die turbulente Strömung so, wie es die Lösungen vorhersagen. Diese Lösungen sind regulär, Wetter und Turbulenz jedoch ganz offensichtlich chaotisch. Genaue Wetterprognosen sind praktisch unmöglich; sucht man ein System, das sich chaotisch verhält, dann bietet sich das Wetter als ausgezeichnetes Beispiel förmlich an. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Turbulenz. Niemand kann vorhersagen, wohin ein kleines Flüssigkeitselement in einer turbulenten Strömung sich im nächsten Augenblick, geschweige denn nach längerer Zeit bewegen wird. Das Element benimmt sich willkürlich; in seiner Bewegung ist keinerlei Ordnung zu erkennen; es springt scheinbar wahllos herum, während es doch nach den Gleichungen eine wohlgeordnete Bewegung ausführen sollte. Gewöhnlich schreibt man ein solches prinzipiell unvorhersagbares Verhalten nur intelligenten Spezies

zu, deren Angehörige frei entscheiden können, was sie tun wollen. Daß die exakte Naturwissenschaft solche Beispiele kennt, deutet auf die innere Inkonsistenz der Theorie hin, die auf irgendeine Weise behoben werden muß. Wie das zu geschehen habe, war sehr lange Zeit unklar; ja man war sich in der Naturwissenschaft nicht einmal über das Vorliegen dieser Inkonsistenz im klaren. Vielmehr meinte man, die Unfähigkeit zur genauen Wettervorhersage oder zur Beschreibung der Turbulenz liege an der noch nicht genügend entwickelten Rechenkunst, der mangelnden Fähigkeit, richtige Lösungen aus den Gleichungen abzuleiten, und vertraute auf die Zukunft, ohne an der Richtigkeit der Behauptung zu zweifeln, daß die Gleichungen bei genügendem Rechenaufwand die entsprechenden Lösungen liefern und Wetter und Turbulenz vorhersagbar machen würden.

Der Glaube an die Richtigkeit dieser Behauptung war felsenfest und verschonte auch die größten Gelehrten nicht. Der Marquis Pierre Simon de Laplace, einer der bedeutendsten Physiker des 18. Jahrhunderts, vertrat stellvertretend für seine und mehrere nachfolgende Generationen die Meinung, die Welt sei eine Maschine, eine höchst komplizierte zwar, aber eine berechenbare, die nach den Newtonschen Gesetzen funktioniere; sie bestehe aus vielen kleinen Maschinen, die teilweise voneinander abhingen, teilweise aber völlig selbständig seien, und auch der Mensch sei nur eine derselben; bei genügendem Rechenaufwand lasse sich diese Maschine in ihrem Verhalten und allen Reaktionen bis in die Unendlichkeit beschreiben. Anläßlich einer Audienz bei Napoleon informierte er den Kaiser über die Newtonsche Theorie und trug ihm anschließend auch dieses Weltbild vor. Von der Theorie und ihren Erfolgen war Napoleon sehr beeindruckt, aber was das aus ihr angeblich folgende Laplacesche Weltbild betraf, stellte er dem Gelehrten nur die Frage, wo denn in diesem System Gott noch einen Platz habe. Laplace setzte ein mokantes Lächeln auf, ehe er mit der Arroganz des von seiner Anschauung überzeugten Wissenschaftlers antwortete: »Sire, je n'ai pas besoin de cette hypothèse.« Er drückte damit auf seine Weise nur den generellen Glauben des Jahrhunderts der Aufklärung und der Revolution aus: daß mit Newtons Gesetzen die Naturgesetze erkannt seien, alles in der Welt nach diesen Gesetzen funktioniere und unweigerlich vorherbestimmt und determiniert sei. Dem stand auf der anderen Seite die vom naiven Glauben der ungebildeten Bevölkerung getragene Kirche gegenüber, der diese Determiniertheit, solange sie gottgegeben war, wohl gefiel, da sie den Menschen als unveränderlich und sündhaft und willensunfrei erkennen ließ, und auch insofern, als sie nur von Gott durchbrochen werden konnte, der andererseits aber die von der Wissenschaft vorgeschlagene Welterklärung ein Dorn im Auge war, da sie den Herrschaftsanspruch

der Kirche in Frage stellte. Das Problem der Determiniertheit und Entscheidungsfreiheit stand als Streitobjekt im Raume. Wie sehr beide Parteien irrten, hat erst die Entwicklung der Naturwissenschaft der letzten beiden Jahrzehnte aufgedeckt, als sie den Schritt zum Sturz des Determinismus gegangen ist. Vorher aber beschritt sie noch viele Irrwege.

4. Andeutungen

Bereits in der Newtonschen Physik, gar nicht zu reden von den Erfahrungen des täglichen Lebens, gab es außer Wetter und Turbulenz eine Menge beunruhigender scheinbarer Ausnahmen und Abweichungen von den strengen Gesetzen. Die wichtigsten waren das Würfelspiel und das Roulette, zwei durchaus mechanische Systeme, die eigentlich den Gesetzen der Mechanik gehorchen sollten, es aber nicht in dem erwarteten Maße taten. Pascal erfand für sie die Wahrscheinlichkeitsrechnung, eine Methode, mit der sich sehr genau angeben ließ, in wievielen Würfen z. B. die Eins auftreten sollte, und die verständlich machte, daß beim Roulette die Bank nahezu immer gewinnen muß. Das verteufelte Spiel des Zufalls stellte einen Fremdkörper in der Naturwissenschaft dar. Dann kam die Entdeckung der elektromagnetischen Kraftwirkungen, die mit den Newtonschen nichts zu tun hatten; aber sie erwiesen sich wieder als Wirkungen einer rein deterministischen Theorie und störten lange Zeit die Harmonie nicht. Der wirkliche Einbruch geschah mit der Formulierung der Thermodynamik Mitte des vorigen Jahrhunderts und der Einführung der Entropie als ständig wachsender und den Zustand der Unordnung messender Größe durch Rudolf Clausius. Unordnung und Entropie waren Fremdkörper in dem der Mechanik und Elektrodynamik zugrundeliegenden Newtonschen Weltbild. Die Biologie tat mit der Formulierung der Darwinschen Evolutionstheorie ein übriges. Scheinbar stand sie im Widerspruch zur Thermodynamik, nach der die Unordnung zunehmen sollte; die Biologie hingegen redete von Höherentwicklung, die man als zunehmende Ordnung verstand. Zugleich aber widersprach sie auch der Newtonschen Physik, nach der es keine Entwicklung geben konnte und keine Änderung, die nicht vorhersagbar war. Schließlich führten Maxwell, Boltzmann und Gibbs die Thermodynamik auf die ungeordnete mikroskopische Bewegung der Gasatome zurück, die den Newtonschen Gleichungen gehorchen, deren Kompliziertheit aber die irreversiblen Erscheinungen hervorrufen sollte. Diese Rückführung basierte auf einer unbewiesenen ad-hoc-Annahme und wurde sehr stark angegriffen; aber die sogenannte Statistische Mechanik erwies sich in allen Anwendungen als unbezweifelbar richtig, und obwohl niemand es verstand, mußte

etwas an der Annahme der Kompliziertheit der Bewegung wahr sein, wenigstens im Falle einer Beteiligung sehr vieler Teilchen.
Die beiden großen theoretischen Entdeckungen dieses Jahrhunderts, die Relativitätstheorie und die Quantentheorie, trugen zu diesem Problem wenig bei. Die Relativitätstheorie korrigierte die Newtonsche Mechanik in ihrer Aussage über die Gleichzeitigkeit und die Absolutheit von Raum und Zeit; die Quantenmechanik korrigierte die Newtonsche Physik im Bereich des Mikroskopischen. Beide entdeckten prinzipielle Grenzen für das menschliche Erkenntnisvermögen: im Makroskopischen die Beschränkung auf Geschwindigkeiten kleiner als die Lichtgeschwindigkeit, die Begrenztheit des Raumes auf das Gebiet des Universums; im Mikroskopischen die Unmöglichkeit der gleichzeitigen »genauen« Messung von Ort und Impuls eines Teilchens. Besonders diese letzte, unter dem Namen der Unbestimmtheit in das Bewußtsein eingedrungene Entdeckung hat lange Zeit Aufsehen erregt, nicht nur deshalb, weil sie schwer zu verstehen ist, sondern weil man sie fälschlich als Beweis für die Existenz der Entscheidungsfreiheit des Menschen genommen hat. Im Atomaren aber hat der Mensch nichts zu entscheiden, und die dort vorhandene Ungenauigkeit bezieht sich allein auf die Messung physikalischer Größen und damit auf deren genaue Angabe. Die Quantentheorie hat sich als ebenso deterministische Theorie erwiesen wie die Newtonsche Mechanik. Damit stand die Physik und mit ihr die gesamte Naturwissenschaft vor dem Problem, mit einer deterministischen Theorie konfrontiert zu sein, deren Grundlagen vernünftig zu sein scheinen, gleichzeitig aber einer offenbar nicht determinierten Welt gegenüberzustehen, in der sich nur die simpelsten Aufgaben aus der deterministischen Theorie vorherbestimmen lassen.

5. Auswege

Wenn man die Richtigkeit der Naturgesetze anerkennt, kann es aus dieser mißlichen Lage nur zwei Auswege geben. Der erste ist die von der Religion vorgeschlagene Annahme einer allesumspannenden omnipotenten divinen Intelligenz, die das Geschehen in der Welt, wenn auch nicht in allen Einzelheiten, so doch in wesentlichen Zügen in der Hand hat und regelt und zu jeder Zeit eingreifen kann. Ihrem Wirken wären die Abweichungen und Ausnahmen vom Naturgesetz zuzuschreiben. So schwer es vorstellbar ist für den begrenzten menschlichen Verstand, wo die Herkunft dieser Intelligenz liegen könnte, so ist doch dieses Modell eine ernstzunehmende Lösung, die interessanterweise auch von einigen der großen Naturwissenschaftler wie von Newton selbst, von Kant und in gewissem Umfang von

Einstein vertreten wurde. Das einleuchtende Argument bezieht sich auf zwei Dinge: Erstens ist die menschliche Intelligenz, wenn sie auf evolutionärem Wege entstanden ist und weil sie bestenfalls eine Untergruppe der möglichen Intelligenzen darstellt, überhaupt nicht in der Lage, die Welt vollständig zu erkennen, also ein Modell vorzustellen, das das Universum mit all seinen Phänomenen erfaßt. Unsere logischen Voraussetzungen gelten demnach nur für einen begrenzten Teil des Universums, für sein Inneres etwa, und sind für das Äußere, was immer das sein mag, nicht anwendbar. Daß dies mit hoher Wahrscheinlichkeit der Fall ist, vermuten wir aus rein mathematischen und physikalischen Gründen; wir bezeichnen darum das Außen als das Nichtexistente – für unsere Erkenntnis. Dort, auf jeden Fall, fände die umfassende Intelligenz Platz, einen kläglichen zwar, aber möglicherweise ausreichend, um in das Universum einzugreifen, wann immer sie will. Da eine solche Intelligenz für uns prinzipiell unerkennbar ist, hätte sie beliebigen Spielraum, uns mit Effekten wie der Existenz des freien Willens, der Zufälle, der Naturgesetze überhaupt zu verblüffen. Zweitens ist die Existenz der Naturgesetze und des mindestens begrenzt logischen Aufbaus der Welt ein Rätsel an sich, das sich offenbar nicht erklären läßt. Die Naturgesetze, wenn man schon nicht die absolute Intelligenz akzeptieren will, spielen dann zwangsläufig selbst die Rolle derselben.

Der dritte Ausweg besteht in der Kritik an der Annahme genau bekannter Anfangsbedingungen. Tatsächlich ist es praktisch gar nicht möglich, alle Anfangsbedingungen in der Welt genau zu kennen. Weder läßt das die Meßgenauigkeit zu, noch ist die Ausführung der Messung aller Anfangswerte räumlich und zeitlich möglich. Anfangswerte, um sie zu kennen, müssen gemessen werden. Messungen sind aber notwendig immer mit kleinen Fehlern verbunden, die beim Ablesen von Maßstäben, Zeigern und dergleichen entstehen. Es ist unmöglich, diese Fehler zu vermeiden. In der Praxis kommt es gewöhnlich nur darauf an, sie möglichst klein zu halten, damit der gewonnene Wert eine erträgliche Vertrauensbasis hat. Die Physik hat trickreiche Verfahren entwickelt, diese Vertrauensbasis zu verbessern, also den Fehler zu verkleinern. Sie hat phantastisch genaue Instrumente erfunden, phantastisch kleine Maßstäbe; sie hat auch phantastisch ausgefeilte mathematische Techniken ersonnen. Doch selbst die besten Instrumente und feinsten Maßstäbe haben noch Ablesefehler; sie müssen darum mit den mathematischen Methoden gekoppelt werden, um die Fehler so klein wie möglich zu halten. Diese Methoden basieren sämtlich auf einer großen Zahl von Messungen, die jede für sich viel Zeit beanspruchen. Wenn sich das System während dieser Zeit selbst verändert, kommt bei jeder Messung ein neuer Wert heraus. Also muß das System stationär sein, sonst

wird die Messung verfälscht. Anfangswerte für komplizierte Systeme bestehen aus vielen Größen, die alle gleichzeitig gemessen werden müßten. Da das unmöglich ist, ohne große Fehler zu machen, können die Anfangswerte grundsätzlich nicht genau genug angegeben werden, und demzufolge wird die Vorhersage fehlerbehaftet bleiben. Was das Universum betrifft, ist eine solche Messung aller Größen prinzipiell ausgeschlossen, da nicht jeder Punkt erreicht werden kann. Zwar können durch die Beobachtung der auf der Erde ankommenden optischen Strahlung oder der Strahlung aus einem anderen Bereich des uns bekannten Spektrums Aussagen über den Zustand des Universums an entfernten Stellen gewonnen werden; diese Stellen müssen aber selbst Strahlung aussenden; »denn man sieht nur die im Licht sind / die im Dunkeln sieht man nicht« (Brecht). Tun sie das nicht, so stehen wir im Dunkeln. Die ausgesendete Strahlung benötigt, wie man seit Einstein und der Relativitätstheorie weiß, geraume Zeit, um zu uns zu gelangen. Vom Rande des Universums bis zu uns beträgt diese Zeitspanne ein Weltalter, und inzwischen hat sich dort alles verändert. Das macht die Ungenauigkeiten sehr groß. Die Supernova in der großen Magelhanschen Wolke, die 1987 ein Jahresgespräch war und von den Astronomen als das Jahrhundertereignis bezeichnet wurde, weil beobachtbare Supernovae in nicht zu großer Entfernung von unserem Sonnensystem, ungeheure Sternexplosionen, bei denen ein Stern stirbt und möglicherweise ein kleiner neuer Stern geboren wird, nicht häufiger als alle paar Jahrhunderte auftreten (die letzte war die von Johannes Kepler 1604 beobachtete) – die Supernova 1987A, wie sie genannt wird, fand tatsächlich vor 163 000 Jahren statt. Was inzwischen an ihrem Ort abgelaufen ist, kann man nur mit Hilfe von Theorien notdürftig rekonstruieren. Diese Theorien beruhen auf Messungen an anderen Supernovae in entfernten Galaxien und auf physikalisch plausiblen Annahmen und sind deshalb notwendig sehr ungenau.

Die Bedeutung dieser Ungenauigkeit ist zwei Jahrhunderte lang unterschätzt worden. Und niemand hätte von ihr angenommen, sie könne zu irgendeinem Zeitpunkt aus dem Schatten der großen Theorien treten und die einzige echte wissenschaftliche Revolution, vielleicht die einzige seit der kopernikanischen auslösen. Relativitätstheorie und Quantentheorie waren Korrekturen der Newtonschen Theorie und der Elektrodynamik von weitreichender Bedeutung, die die Grundbehauptung des mechanischen Weltbildes, die Determiniertheit, nicht angriffen; die neue Theorie des deterministischen Chaos aber, wie sie genannt wird, ist im Begriff, dieses Weltbild umzustoßen und durch ein evolutionäres zu ersetzen. Die Tragweite dieses Schrittes läßt sich noch nicht ermessen; denn er betrifft nicht allein die Physik, sondern alle Gebiete des menschlichen Daseins, was nicht heißt,

daß die menschliche Existenz nun berechenbar oder die Welt total beherrschbar und die Erkenntnis abschließbar würde; aber die neue Theorie zeigt Ansatzpunkte auf, die zum einen ein tieferes Verständnis aller Entwicklungs- und Ordnungsvorgänge in der Welt ankündigen, zum anderen den Menschen zurechtweisen auf seine Position eines nur begrenzten Erkenntnisvermögens, ihm gleichzeitig aber auch das Bewußtsein seiner Entscheidungsfreiheit zurückgeben.

6. Himmelssturz des Determinismus

Die nicht exakten Wissenschaften haben immer schon an der totalen Determiniertheit gezweifelt. Selbst die Husserlsche Phänomenologie, die sich als Ziel gesetzt hatte, Philosophie so exakt wie die Naturwissenschaften zu entwickeln, hat nie Zweifel an ihrer Opposition gegen den Determinismus gelassen. Die Diktatur des Determinismus kommt einzig und allein aus der Physik. Die Physik ist der große Vereinfacher unter den Wissenschaften, der »terrible simplificateur«, vor dem der Basler Philosoph und Zeitgenosse Nietzsches, Jakob Burckhardt gewarnt hat. Newton war sich dessen wohl bewußt und maß seiner Mechanik nicht mehr Bedeutung bei als seinen mystischen Überlegungen, und Einstein betonte, daß die Klarheit und Einfachheit der Physik nur auf Kosten der Vollständigkeit der Erkenntnis zu erreichen sei. In der realen Welt ist Einfachheit eine sehr seltene Sache. Die Physik hat sich eine Kunstwelt des Einfachen gebaut, in der die realen Dinge, weil sie kompliziert und komplex sind, den Beigeschmack des Schmutzigen erhielten, mit dem sich kein intellektueller Anspruch verband; »Dreckeffekte«, wie sie genannt werden, werden vernachlässigt oder »wegdiskutiert«. Es ist die ungewöhnliche und ungeheuerliche Einsicht des letzten Jahrzehnts, daß es gerade diese Effekte sind, auf die es ankommt, daß die Realität kompliziert ist und die physikalischen vereinfachten Modelle ihr nicht entsprechen – außer in einigen Sonderfällen, die weite technische Verbreitung gefunden haben. Diese kleinen Dreckeffekte wachsen sich in realen Systemen zu großen Wirkungen aus und sind für unvorhergesehene Entwicklungen verantwortlich.

6.1 Phasenraum und Attraktor

Diese Behauptung läßt sich nicht leicht ohne mathematische Hilfsmittel verständlich machen; man wäre sonst wahrscheinlich schon viel früher auf sie gestoßen. Beweisbar wurde sie erst mit der Verfügbarkeit leistungsstarker Computer, die die Rechenarbeit übernehmen konnten. Der erste Ansatz stammt bereits von Poincaré, dem genialen französischen Mathemati-

ker aus dem Anfang des Jahrhunderts, der die Newtonschen Bahnen von Teilchen im Phasenraum untersuchte. Der *Phasenraum* ist ein gedachter Raum, der außer den drei Raumkoordinaten auch noch Achsen enthält, auf denen die drei Komponenten des Impulses (der Geschwindigkeit) aufgetragen werden. Der Zustand eines Teilchens zu einem bestimmten Zeitpunkt ist ein Punkt in diesem Raum; alle Zustände, die das Teilchen im Laufe der Zeit annimmt, liegen dann auf einer Kurve. Viele Teilchen bilden eine Punktwolke, die sich im Phasenraum bewegt und die ein bestimmtes Volumen besitzt. Die Vereinfachung, die die Physik vornimmt, ist der Versuch, diese Bewegung durch nur sehr wenige Größen eindeutig zu beschreiben, was immer dann möglich ist, wenn die Teilchen beieinander bleiben, gemeinsame Bahnen ausführen oder sich alle Bahnen sehr leicht aus einer einzigen errechnen lassen. Die Bewegung eines mathematischen Pendels zum Beispiel wird für kleine Amplituden durch die Angabe seiner Frequenz hinreichend beschrieben; sie ist das, was am Pendel interessiert, gleichgültig, aus wievielen Teilchen das Pendel aufgebaut ist. Reale physikalische Systeme bestehen immer aus mehreren Elementen, die im allgemeinen über komplizierte Kräfte miteinander wechselwirken und sich gegenseitig beeinflussen. Damit sie einfache Systeme bleiben, dürfen sich ihre Bahnen im Phasenraum nicht stark voneinander unterscheiden. Lange Zeit hat die Physik nur Systeme dieser Art untersucht. Ihr Zeitverhalten im Phasenraum kann sehr einfach qualitativ beschrieben werden. Ein stabiles System wie ein gedämpftes Pendel kehrt nach seiner Auslenkung aus der Ruhelage nach einer Reihe von Schwingungen wieder in die Ruhelage zurück. Diese ist ein Punkt im Phasenraum. Ein periodischer Prozeß, bei dem sich sowohl die Geschwindigkeit als auch der Ort periodisch ändert, entspricht einer einfachen geschlossenen Kurve im Phasenraum. Nach einer Auslenkung erreicht das System diese Kurve wieder. Mehrfach periodische Systeme haben kompliziertere, aber stets geschlossene Kurven als Abbilder im Phasenraum. In allen diesen Fällen »zieht der am Ende erreichte Ruhezustand das System an«; die stationäre Endkurve im Phasenraum wird aus diesem offensichtlich bildhaften Grunde *Attraktor* genannt. Der gesamte Phasenraum, den das System theoretisch ausfüllen könnte, schrumpft auf diesen nur wenige Dimensionen besitzenden Attraktor zusammen und gestattet deshalb die Beschreibung des Systems durch nur wenige Größen. Anders ist es um ein System bestellt, das keinen Attraktor besitzt. Seine Bewegungskurve im Phasenraum wird mit der Zeit den ganzen Phasenraum mit allen seinen Dimensionen ausfüllen. Solche Systeme verhalten sich *stochastisch*. Man kann sie mit den Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung behandeln. Die einzelnen Punkte des Phasenraums, die ihren Zuständen entsprechen,

haben keine Beziehung zueinander; sie nehmen ihre Lage zufällig ein. Beide Arten von Systemen kommen in der Physik und in der Realität vor. Ein Beispiel für ein System mit geschlossenem Attraktor ist die zyklische Bewegung der Planeten in unserem Sonnensystem, ein solches für ein stochastisches System die Brownsche Zitterbewegung der Moleküle in einem Gas, etwa in Luft. Die überwiegende Mehrzahl der realen Systeme aber gehört einer anderen Klasse an, die zwar Attraktoren besitzt, deren Attraktoren jedoch weder Punkte noch in sich geschlossene Kurven sind, sondern einen Unterraum des Phasenraums mit wenigen Dimensionen vollständig ausfüllen; solche Attraktoren heißen *seltsam*, und die zu ihnen gehörenden Systeme sind die von uns gesuchten *chaotischen*. Das seltsame Verhalten dieser Attraktoren kommt durch das Wechselspiel zwischen dissipativen und nichtlinearen Effekten zustande. Da die meisten realen Vorgänge nichtlineare Wechselwirkungen enthalten, verstehen wir, warum chaotische Systeme die häufigsten sind.

6.2 Seltsamkeit, Fraktal und Dimensionen

Seltsame Attraktoren haben seltsame Eigenschaften, daher ihr Name. Nehmen wir zum Beispiel an, zur Beschreibung eines speziellen nichtlinearen chaotischen Systems genüge ein Phasenraum von drei Dimensionen. Sein Attraktor wird sich in den dreidimensionalen Phasenraum einbetten lassen; aber er kann weder die Dimension zwei noch die Dimension drei haben, denn in beiden Fällen würde das System ganzzahlig periodisch sein, der Attraktor sich in sich selbst schließen und seinen chaotischen Charakter verlieren. Die Dimension des Unterraums des Phasenraums, der vom chaotischen Attraktor vollständig ausgefüllt wird, kann deshalb nur zwischen zwei und drei liegen; sie ist keine ganze Zahl. Von solchen nichtganzzahligen, *fraktalen* Dimensionen, die uns im täglichen Leben abwegig erscheinen, sind wir überall umgeben, auch wenn wir sie nicht als Dimensionen wahrnehmen. Die Räume, von denen wir gewohnt sind zu reden, haben die Dimensionen eins (die Linie), zwei (die Ebene) und drei. Aber sehen wir uns beispielsweise ein Wollknäuel an und fragen nach der Dimension seiner Oberfläche. Die naive Antwort lautet, sie ist eine Fläche und hat deshalb die Dimension zwei. Ist es aber wirklich eine vollständige Fläche? Die von dem Wollfaden eingenommene Fläche füllt ja die Oberfläche der von uns mit dem Knäuel assoziierten Kugel überhaupt nicht voll aus, sondern nur einen Bruchteil davon. Demzufolge ist die Dimension der Wollknäueloberfläche kleiner als zwei, wie durch eine exakte mathematische Rechnung bestätigt werden kann. Ebenso verhält es sich mit dem Volumen des Knäuels: seine Dimension ist kleiner als drei. Wie wir sehen, sind die fraktalen Dimensio-

nen ganz natürliche Eigenschaften unserer Umgebung; wir finden sie überall wieder, wenn wir nur genau hinschauen. Der zweiten Eigenschaft eines seltsamen chaotischen Attraktors begegnen wir, wenn wir die Reihenfolge der Punkte mit der Zeit betrachten, aus denen er gebildet wird. Im Gegensatz zum geschlossenen Attraktor einer periodischen Bewegung, bei dem die Punkte, aus denen er besteht, sich kontinuierlich mit der Zeit auf dem Attraktor verschieben, zeitlich also genau einer auf den anderen kommt, springen auf dem seltsamen Attraktor die Punkte regellos umher, und es kann nicht vorausgesagt werden, welchen Ort der Punkt im nächsten Augenblick anvisiert. Diese Eigenschaft ist äußerst wichtig: Obwohl der Attraktor insgesamt auf einen bestimmten Unterraum des Phasenraums eingeschränkt werden kann, dessen Punkte er im Laufe der Zeit vollständig ausfüllt, kann nicht vorhergesagt werden, wo der das System darstellende Punkt zu einem bestimmten Zeitpunkt liegen wird. Die Eigenschaft der prinzipiellen Unvorhersagbarkeit des Einzelereignisses ist die charakteristische Eigenschaft des seltsamen Attraktors, und gerade sie ist es, die ihn an das Chaos anbindet und mit der Wirklichkeit in Zusammenhang bringt. Es ist die Nichtlinearität der deterministischen physikalischen Gesetze, die die Unvorhersagbarkeit des Systems bewirkt, das durch den seltsamen Attraktor dargestellt wird. Das System scheint sich zufällig zu verhalten, obwohl es doch von den deterministischen physikalischen Gesetzen beschrieben wird und es nicht offensichtlich ist, an welcher Stelle der Zufall ins Spiel kommen sollte. Unvorhersagbarkeit ist eine Eigenschaft zufälliger Systeme. Diese Eigenschaft haben chaotische Systeme mit den zufälligen gemein; aber in anderer Hinsicht unterscheiden sie sich von ihnen. Sie besitzen einen Attraktor, der nur einen Teilraum des Phasenraums ausfüllt, während stochastische Systeme keine Attraktoren haben und, um es anders zu sagen, den gesamten Phasenraum ausfüllen. Die Existenz eines solchen Attraktors bedeutet, daß sie einen trotz aller Unvorhersagbarkeit geordneten Zustand besitzen, während stochastische Systeme sich wirklich nur rein zufällig verhalten.

6.3 Ungenauigkeit und Stabilität

Nun läßt sich natürlich fragen, ob nicht zwischen diesem stochastischen, unvorhersagbaren Verhalten und der Determiniertheit eine Ungereimtheit besteht. Wie entsteht Unvorhersagbarkeit in einem durch die Grundgleichungen vollständig determinierten System? Es ist genau diese Frage, an der das physikalische Denken sich im vergangenen Jahrzehnt revidieren mußte, und die Antwort auf sie hat bei der Unmöglichkeit der absolut genauen Kenntnis der Anfangsbedingungen anzusetzen. Ich muß gestehen, daß mir

als Student die strengen Lösungen der deterministischen Gleichungen der Physik ein Greuel waren; sie langweilten mich, denn die Schwierigkeit lag nicht in der Mathematik, die zu ihrer Konstruktion erforderlich war, das war lediglich ein technisches Problem (nicht etwa ein künstlerisches, wie manche Wissenschaftler in übersteigerter Selbstbewunderung glauben), sie lag in meinem Unverständnis für die Behauptung der Professoren, sie könnten die Anfangsbedingungen vorgeben, und auf meine Frage, woher sie die eigentlich nähmen, blieben sie die Antwort schuldig. Offenbar kannten sie die moderne Literatur schlecht, und mir als Student fiel nur die schwierig zu lösende Aufgabe ein, die Bestimmung der Anfangsbedingungen mit dem Meßproblem in Zusammenhang zu bringen. Messung erfordert Zeit, Messung der Anfangsbedingungen vieler miteinander wechselwirkender Teilchen erfordert viel Zeit, und ab einer bestimmten Zahl mußte man in Schwierigkeiten mit der Speziellen Relativitätstheorie kommen, denn die Synchronisation aller Anfangsbedingungen aller Teilchen würde schließlich unmöglich werden. Glücklicherweise gab es einige klügere Wissenschaftler auf der Welt als meine Professoren und mich, die sich dieses Problems von einer anderen Seite her annahmen. Kolmogoroff und Arnold in Rußland und Jürgen Moser in Göttingen untersuchten in den sechziger Jahren die Phasenraumbilder schwach nichtlinearer Bewegungsgleichungen und stellten mit dem KAM-Theorem die Bedingungen für das Vorliegen geschlossener, nicht-seltsamer Attraktoren auf. Wenn diese Bedingungen verletzt wurden, mußten zwangsläufig andere, damals noch unbekannte Bewegungsformen auftreten. Auf solche ungewohnte und gleichzeitig unvorhersagbare Bewegungsformen, die offensichtlich Lösungen der deterministischen Gleichungen waren, stieß zur selben Zeit am MIT in Boston der Meteorologe Edward Lorenz beim Versuch, auf dem Computer Wetterprognosen zu erzeugen. Verschwindend kleine Änderungen der Anfangsbedingungen in seinen Gleichungen führten auf sprunghafte Änderungen in seinen Lösungen für das Wetter. Diese Beobachtung war der Startschuß für die Chaostheorie und gleichzeitig der Todesstoß für den weitverbreiteten Glauben an die schließliche Machbarkeit der Langzeitwetterprognose.
Die Theorie des deterministischen Chaos, auf das Lorenz stieß, hängt eng mit der Theorie der Stabilität einer Bewegung gegenüber Störungen zusammen. Ein System, in dem eine Störung mit der Zeit »ausstirbt« und das System in seinen Ausgangszustand zurückkehrt, ist *stabil*, und sein Ausgangs- und gleichzeitig Endzustand ist sein (nicht-seltsamer) Attraktor. Die zyklische Bewegung der Planeten in unserem Sonnensystem ist ein gutes Beispiel für die Bewegungen in einem begrenzt stabilen System. Die unglaubliche Genauigkeit, mit der die Stellung der Planeten über Jahrhunderte

vorhergesagt werden kann, weist unser Sonnensystem als äußerst stabil gegenüber kleinen Störungen aus. Ja sogar die Wiederkunft von Kometen wie Halley kann mit sehr großer Präzision prognostiziert werden. Wenn aber die Störung in einem System mit der Zeit anwächst, entfernt sich das System immer mehr von seinem Ausgangszustand: es wird *instabil*. Stabilität und Instabilität läßt sich am einfachsten am Beispiel einer Kugel auf einer nicht ebenen Unterlage vorstellen. Liegt die Kugel in einer Schüssel auf deren tiefstem Punkt, so ist sie stabil gelagert. Lenkt man sie aus ihrer Ruhestellung aus, dann kehrt sie immer wieder dorthin zurück. Liegt sie dagegen auf der Spitze eines Berges, dann genügt ein winziger Anstoß, und sie rollt den Berg hinab, ohne jemals selbständig an ihren alten Ort zurück gelangen zu können. Dieser Zustand ist ein instabiler. Begrenzt stabil ist der Zustand einer in einer Mulde auf einem abschüssigen Hang liegenden Kugel. Eine kleine Auslenkung aus der Ruhelage befördert sie wieder in die Mulde zurück; aber eine große hebt sie über deren Rand hinaus und läßt sie den Hang hinunterrollen. Systeme, die sich so verhalten, sind nur für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage stabil. Dieses Verhalten ist typisch für nichtlineare Systeme.

Deterministisches Chaos hat mit der Instabilität gegenüber kleinen Abweichungen in den Anfangsbedingungen zu tun. Ist das System chaotisch, so wird es bei einer minimalen Abweichung zweier Anfangsbedingungen voneinander nach Ablauf einiger Zeit zwei Zustände annehmen, die sich so unähnlich sind wie Kinder verschiedener Eltern. Das ist es, was Lorenz fand. Dieses Resultat ist so verblüffend, weil es aus unbestritten deterministischen Gleichungen hervorgeht. Der mathematische Beweis basiert auf der Untersuchung des *linearen* Verhaltens der Gleichungen mit nichtlinearen Wechselwirkungen gegenüber kleinen Störungen.

Wenn die durch die Wechselwirkung hervorgerufene Änderung der Größe in der Zeit der Größe selbst proportional ist, also von ihr nur linear abhängt, spricht man von einer linearen Wechselwirkung. In diesem Fall wächst die Größe exponentiell mit der Zeit an oder klingt exponentiell mit der Zeit ab. In Systemen mit Dissipation, d. h. Energievernichtung, kommt nur das Abklingen in Betracht. Nichtlineare Wechselwirkungen verkoppeln zwei oder mehrere Komponenten des Systems miteinander und machen sie gegenseitig abhängig. Nicht weit entfernt vom Anfangszustand ist diese Verkopplung noch schwach, und das System kann wie ein lineares behandelt werden. Seine Lösung wird durch einen Satz von (negativen) Abklingraten beschrieben, die die Stärke des Abklingens jeder einzelnen seiner Komponenten in Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen angeben. Diejenigen Komponenten der Störung mit den größten Abklingraten ster-

ben am schnellsten aus. In einem komplizierten nichtlinearen System aber gibt es unter bestimmten Bedingungen, denen die Anfangswerte genügen müssen, immer einige positive Abklingraten. Nach langen Zeiten sterben die zu ihnen gehörenden Störungen nicht aus, sondern wachsen exponentiell an: das System ist gegenüber diesen Störungen instabil. Zwei zu solchen positiven Anwachsraten gehörende, anfänglich dicht benachbarte Bahnen im Phasenraum mit nahezu, aber nicht ganz identischen Anfangswerten werden sich mit der Zeit unendlich weit voneinander entfernen. Das System vergißt, woher es gekommen ist. Das ist die Aussage der Chaostheorie. Um das Verhalten eines Systems klassifizieren zu können, muß man demnach nur die positiven Raten suchen. Ihre Summe nennt man *K* oder Kolmogoroff-Entropie. Wenn *K* positiv und nicht unendlich ist, verhält sich das System deterministisch chaotisch, was wiederum bedeutet, daß sein Verhalten deterministisch ist, daß es aber auf Ungenauigkeiten in den Anfangsbedingungen chaotisch reagiert und deshalb nicht vorhersagbar ist. Ungenauigkeiten in den Anfangsbedingungen sind unvermeidbar, auch dann, wenn der Mensch nicht eingreift; denn das physikalische System wie das Wetter zum Beispiel reproduziert niemals denselben Ausgangszustand: im Prinzip genügt ihm das leicht geänderte Schwanken einer Blume, der anders schaukelnde Flug eines Schmetterlings, der verzögerte Flügelschlag eines Vogels, um es zu einer veränderten Entscheidung über seinen künftigen Verlauf zu bringen. Auch unser Planetensystem *ist* ein chaotisches deterministisches System. Das läßt sich für jedes aus mehr als zwei Körpern bestehende Newtonsche Bewegungssystem beweisen; das Sonnensystem besteht aus neun Planeten mit all ihren Monden und Ringen, der Sonne, Kometen und einer Menge kleinerer, sich im Asteroidengürtel bewegender Körper. Aber die große Masse der Sonne und die großen Abstände der Planeten voneinander, welche die Planeten sich gegenseitig nur äußerst schwach beeinflussen lassen, sorgen für seine Stabilität. Wahrscheinlich haben die stark chaotischen Bewegungen bei der Entstehung des Sonnensystems für das Abstoßen aller sich ungeordnet bewegenden größeren Himmelskörper gesorgt, und alle kleineren sind von Sonne und Planeten aufgesaugt, gefressen worden, bis schließlich nur noch ein stationäres, begrenzt stabiles System übriggeblieben ist. Solcherart ist für gewöhnlich das Schicksal aller sich selbst überlassenen, geschlossenen mechanischen Systeme. Käme jedoch irgendwann einmal ein fremder Stern von der Größe des Jupiter oder der Sonne durch unser Sonnensystem hindurch, dann müßte man unbedingt mit einer gewaltigen Störung der Bewegung aller Planeten rechnen, deren Resultat eine Umordnung, wenn nicht gar das Aufbrechen der Planetenbahnen sein könnte. Aber das ist ein hypothetischer Fall; denn in der Nähe unseres Sonnensystems gibt es keinen sichtbaren Stern

mit einer derartigen Bewegung, und die mit der Wiederkehr Halleys verbundenen Gerüchte waren nur dummes Gerede von orakelnden Halbgebildeten: Halley ist ein zum Sonnensystem gehörender, sozusagen »eingeplanter« Himmelskörper, wie man weiß ein sehr leichter Eisklumpen mit so geringer Masse, daß eine Störung des helioplanetaren Gleichgewichts stets gedämpft sein wird. In der Natur ist die Mehrzahl der realen Systeme nicht abgeschlossen; sie unterliegen äußeren unvorhersehbaren Einflüssen, von denen sie gestört werden, und wenn sie gegenüber solchen Störungen empfindlich sind, verhalten sie sich chaotisch.

7. Die Entstehung von Struktur und Form

Chaotisches Verhalten ist nicht nur Unvorhersagbarkeit; wäre es nur das, so würden wir eine gewisse Befriedigung empfinden, endlich wenigstens andeutungsweise zu verstehen, warum solche Erscheinungen wie das Wetter, von denen wir wissen, daß sie aus deterministischen Grundgesetzen abgeleitet werden können, willkürlichen und nicht prognostizierbaren Änderungen unterliegen: Es sind offene Systeme, die trotz ihrer Determiniertheit ungeheuer empfindlich auf die aus anderen Gründen erfolgenden Änderungen in den äußeren Verhältnissen reagieren. Chaotisches Verhalten zeigt *Struktur*. Es läßt sich kaum ermessen, was diese Erkenntnis für einen Aussagewert besitzt. Strukturen der kompliziertesten Art begegnen wir überall; und es war über Jahrhunderte hinweg ganz unverständlich, wie diese Strukturen entstanden sein könnten, warum sie gerade so und nicht anders strukturiert sind und warum es überhaupt so etwas wie eine Entwicklung von Strukturen gibt. Nun, die Chaostheorie kann auch heute diese Fragen noch nicht beantworten und wird es vielleicht niemals in einer befriedigenden Weise tun; sicher wird sie es nicht vollständig tun können, denn das widerspräche ihrem eigenen Selbstverständnis. Sie zeigt allerdings als erste und einzige Theorie der Naturwissenschaften, *daß* die Entstehung von Strukturen, Formen, in komplizierten nichtlinearen Systemen, die sich chaotisch verhalten, die reguläre Reaktion ist. Eine erste Andeutung für die Möglichkeit von Strukturentstehung fand bereits Prigogine[3] aus thermodynamischen Überlegungen, als er sie – bezeichnenderweise – auf Zustände fernab vom Gleichgewicht anwendete. Er stieß dabei auf die Notwendigkeit, instabile Prozesse zu betrachten, und diese führten ihn zu Auswahl- und Ordnungsvorgängen; denn das Aussterben der zeitlich abklingenden und das Überleben nur weniger ausgewählter instabiler Lösungen kann als Entstehung von Ordnung verstanden werden, weil nach langen Zeiten nur noch diese überlebenden Lösungen übrigbleiben.

Einen ganz anderen Zugang gewann eine Gruppe von reinen und experimentellen Mathematikern, die mit bestimmten Bildungsgesetzen von Zahlenmengen herumspielten. Gaston Julia, der Lehrer von Benoit Mandelbrot in Paris, hatte zwischen 1906 und 1920 Interesse an Zahlenmengen gefunden, die ein selbstähnliches Strukturgesetz besitzen, bei denen also ein Element sich nach einer und immer derselben simplen Rekursionsformel aus dem vorhergehenden errechnet. Solche Mengen zeigten eine Art von unbestimmtem, aber wiederkehrendem Verhalten in der Anordnung ihrer Elemente. Mandelbrot griff sie in den siebziger Jahren auf und verfolgte die von ihnen gebildeten Strukturen graphisch am Computer. Was er dabei fand, war erstaunlich: Die von den Zahlenmengen angenommenen graphischen, immer noch abstrakten Formen erinnerten ihn an Strukturen, die in der Natur vorkommen. Mandelbrots Phantasie ging den entscheidenden Schritt und stellte sich die Frage, ob nicht vielleicht die natürlichen Strukturen ganz ähnlichen, simplen rekursiven Entstehungsgesetzen gehorchten. Er begann nach anderen rekursiven Formeln zu suchen und kam auf die Idee, solche Gesetze auch auf komplexe Zahlen auszudehnen. Der Erfolg war durchschlagend. Komplexe Zahlen füllen, wenn man sie darstellt, eine Ebene. Wenn Mandelbrot nun, der Bildungsvorschrift folgend, die rekursiv entstehenden Zahlen in der Ebene darstellte und sie womöglich noch bestimmten einschränkenden Bedingungen unterwarf, etwa daß die entstehenden Kurven nur unter bestimmten Winkeln aneinanderstoßen durften, entstanden die kompliziertesten und schönsten Gebilde, Ornamente, Mosaiken, aber auch Gebilde, die wie natürliche biologische oder geographische Strukturen aussahen. Sie hatten die Form von Früchten wie das berühmte Mandelbrotsche Apfelmännchen oder von Blättern, Farnen, Eisblumen am Fenster, oder der Küstenlinie von England. Griff man aber ein kleines Element einer solchen Struktur heraus und »legte es unter das Mikroskop«, das heißt vergrößerte es, indem man die Skala der Rekursion verfeinerte, so ergab sich eine der großen ähnliche Form. Das konnte bis zur Grenze der Rechengenauigkeit des Computers so weitergetrieben werden. Die gefundenen Strukturen waren *selbstähnlich*, eine Eigenschaft, die in der Turbulenz von Flüssigkeiten, in der Supraleitung, bei der Ausbildung von Stoßwellen und an anderen Stellen längst bekannt war. Diese Selbstähnlichkeit bildet den Verbindungsstrang zwischen der mathematischen Struktur der rekursiven Mengen und der Chaostheorie. Niemand hatte das oder ähnliches erwartet. Mandelbrot nannte die gefundenen Strukturen Fraktale; denn wenn er die Dimensionen der Grenzkurven ausrechnete, stellten sie sich als fraktale Dimensionen heraus: die Punktbelegung der Kurven und Flächen war nicht dicht und kontinuierlich, sondern diskonti-

nuierlich, die Punkte folgten nicht direkt aufeinander, sprangen scheinbar chaotisch in der Ebene umher, ehe nach langer Iterationszeit Strukturen sichtbar zu werden begannen. Auch dieses Verhalten ähnelte dem der chaotischen seltsamen Attraktoren. Selbstähnlichkeit, soviel wußte man bereits aus der Physik der Stoßwellen, die zur Zeit der theoretischen Untersuchung der Explosion einer Wasserstoffbombe in der Atmosphäre ihre Blüte hatte, das war Mitte der fünfziger Jahre, bedeutete Unabhängigkeit von der Vergangenheit; aber damals wußte man mit dieser Aussage wenig anzufangen, außer sie zur einfachen Ähnlichkeitsberechnung von Stoßwellenformen zu verwenden.

Die Gemeinsamkeiten von Fraktalen und seltsamen Attraktoren gaben Anlaß zu Vergleichen; es dauerte nicht lange, bis sich herausstellte, daß seltsame Attraktoren sich auf fraktale Rekursionen abbilden lassen. Beide entstehen aus nichtlinearen Entwicklungsgleichungen. Diese enthalten einen die Größe des nichtlinearen Einflusses charakterisierenden »Ordnungsparameter« r; wenn er einen bestimmten sogenannten kritischen Wert überschreitet, geht das System in den chaotischen Zustand über. Das geschieht in vielen Fällen über eine sogenannte Periodenverdopplung. Das Anwachsen von r hat direkt mit der Existenz einer instabilen Komponente im System zu tun. Beispielsweise läßt sich der Lorenzsche Attraktor für das Verhalten des Wetters als ein Hin- und Herschaukeln zwischen drei Komponenten verstehen. Solange r klein ist, ist dieses Schaukeln periodisch. Wenn aber r anwächst, tritt plötzlich eine zweite, vorher nicht dagewesene Periode auf, und das System muß sich entscheiden, welche der beiden Perioden es wählen will. Der Punkt, an dem das geschieht, ist der »Bifurkationspunkt«. Die Entscheidung des Systems hängt einzig und allein von der Ungenauigkeit der Anfangsbedingungen ab und ist unvorhersagbar, weil dieselben nicht bekannt sind. Wächst r nun weiter an, so tritt wieder eine neue Bifurkation auf, wenn ein zweiter kritischer Wert erreicht wird. Dann sind bereits vier Möglichkeiten für das Verhalten des Systems vorhanden. Das geht in immer kleineren Abständen so weiter, bis das System ununterbrochen neue Zustände erzeugt und sich ununterbrochen neu entscheiden muß. Feigenbaum aus Los Alamos hat gefunden, daß für verschiedene rekursive Abbildungen das Verhältnis der r-Intervalle, nach denen eine neue Periodenverdopplung auftritt, eine universelle, die Abbildung charakterisierende Konstante, eine Invariante, ist, in der sich die Determiniertheit des Systems selbst im Chaos noch erhält: Ihretwegen ist das Chaos und nur dieses zur Strukturbildung fähig. Es *erzeugt* ständig Struktur, die vorher nicht dagewesen ist; die *Art* dieser Struktur kennt man, wenn die für das entsprechende System verantwortliche rekursive Abbildung angegeben

werden kann. Es ist eine Aufgabe der experimentellen Mathematik und der Chaostheorie, nach solchen Abbildungen zu suchen, Bifurkationsdiagramme in Abhängigkeit vom Ordnungsparameter *r* zu erstellen, die Gebiete einzugrenzen, in denen chaotisches Verhalten für die verschiedensten rekursiven Abbildungen erwartet werden kann, und ihre Invarianten aufzusuchen. Kennt man alle diese Größen, so hat man die das Chaos beschreibenden Formeln gefunden, kann die zu erwartenden Strukturen benennen und verstehen, woher sie kommen; nur eines kann und wird man nicht können: vorhersagen, ob und wann sie eintreten, denn diese Vorhersage ist prinzipiell unmöglich. Allerdings gibt es Bereiche des Ordnungsparameters, in denen die Bifurkationen so dicht liegen, daß es für das System ein leichtes ist, von einer zur nächsten zu springen; in diesen Bereichen, die zu einem begrenzten Parameterintervall gehören, verhält sich das System genauso wie ein stochastisches und kann deshalb mit den Methoden der stochastischen Vorhersage behandelt werden. Man redet auch von der Diffusion des Systems in diesen Bereichen. Hier sind begrenzte Wahrscheinlichkeitsvoraussagen möglich und von großem Wert. Die Grenzen zu diesen Bereichen zu finden ist darum von praktischer Bedeutung.

Grenzen lassen sich nur angeben, wenn die rekursiven fraktalen Abbildungen bekannt sind. In der Natur steht man eher vor dem Problem, deren Auswirkungen zu sehen; beispielsweise mißt man den scheinbar völlig chaotischen Zeitverlauf einer bestimmten Größe, ohne irgendeine Ahnung von der hinter diesem verborgenen Dynamik zu haben. Warum zum Beispiel hat die Küstenlinie von England gerade diese und keine andere Form? Warum sieht ein Farnkraut so aus, wie wir es kennen? Solchen Fragen kann man auf zweierlei Weise zu Leibe rücken. Man kann versuchen, eine fraktale Rekursion zu erraten, die gerade diese und keine andere Struktur ergibt; diesen Weg ist Mandelbrot bei der Rekonstruktion des Farnblattes, der Eisblumen, der englischen Küstenlinie gegangen. Später stellt sich dann die Frage, aus welchem Entwicklungsgesetz sich gerade diese spezielle Rekursion ergibt. Dabei kommt es im übrigen nicht darauf an, die natürliche Struktur bis in jede Einzelheit nachzubilden, sondern es geht nur um eine globale und ungefähre Genauigkeit; denn in der Natur wird es von dieser immer Abweichungen geben, und was sich mathematisch bis zur Rechengenauigkeit des Computers in der Mikrostruktur selbstähnlich reproduzieren läßt, ist natürlich in der Wirklichkeit durch auf den mikroskopischen Skalen auftretende Abweichungen begrenzt. Die Rekursion entspricht aber sehr genau dem, was von einem physikalischen Modell erwartet und verlangt wird, und da sich die Entwicklung der uns umgebenden makroskopischen Strukturen auf den natürlichen makroskopischen Längenskalen abspielt,

genügen die Modelle den an sie gestellten Anforderungen. Die andere Möglichkeit besteht in dem Versuch einer Rekonstruktion der beobachteten chaotischen Zeitreihe, indem deren verborgene chaotische, fraktale Dimension ermittelt wird. Das ist mit den neuesten Methoden möglich geworden. Weil zu der fraktalen Dimension die Dimension des Phasenraums gehört, in den der seltsame Attraktor eingebettet ist, liefert sie die *Anzahl* der zur Beschreibung des Systems erforderlichen dynamischen unabhängigen Komponenten des Systems. Bis zu diesem Punkt kann alles schematisiert werden; es ist ein großer Apparat, der, wenn man ihn ablaufen läßt, am Ende die gesuchte Dimension ausspuckt. Dann muß das Modelldenken einsetzen, das ein Szenarium erfindet, in dem der Vorgang reproduziert wird, und am Ende wird dieses Modell zur Simulation einer Zeitreihe benutzt, die mit der ursprünglichen verglichen wird, indem der Apparat auf sie angewendet und ihre Dimension bestimmt wird. Sind beide im Rahmen gewisser Grenzen miteinander vergleichbar, so darf man hoffen, das richtige Entwicklungsmodell gefunden zu haben.

Es ist äußerst interessant, daß diese beiden Methoden keineswegs auf die Physik allein beschränkt sind; sie können auf alle chaotischen Prozesse angewendet werden und haben deshalb einen hohen Grad von Universalität, den die landläufige Physik vermissen ließ. Sie war ja auch nur auf die Vorgänge in der unbelebten Natur zugeschnitten und hatte in anderen Bereichen, auf die sie zuweilen extrapoliert wurde, nichts verloren. Die Methoden der Chaostheorie sind allgemeiner. Sie waren zwar ebenfalls bis zu einem gewissen Grade auf die Systeme der Newtonschen Physik beschränkt, haben diese Grenze aber ins Allgemeine transzendiert. Die mengentheoretischen Untersuchungen gelten unabhängig von der Physik und sind auf andere als rein physikalische Probleme übertragbar; ein gleiches gilt für die Anwendbarkeit der Dimensionsanalyse im Phasenraum. Denn obwohl der Begriff des Phasenraums aus der Physik stammt, kann man sich hypothetische Phasenräume denken, deren Koordinaten keine physikalischen sind. Eine beliebige andere, zeitlich variable Größe wie etwa der Dollarkurs oder die Folge von Wörtern in einer Sprache läßt sich ebenso den Untersuchungen ihrer Dimension unterwerfen wie die Ortsveränderung eines Pendels. Was die für solche Größen gewonnenen Dimensionen und Fraktale für eine theoretische Bedeutung haben, bleibt ungelöste Aufgabe einer zukünftigen Theorie. Die Dimensionen sind aber nicht von vornherein als Unsinn zu verwerfen, insbesondere dann nicht, wenn sie die natürliche Struktur charakterisieren oder in dem jeweiligen quasi-stochastischen Bereich eine Vorhersage über die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung erlauben.

In diesem Sinne ist die Theorie des deterministischen Chaos etwas sehr Allgemeines, das über die Physik hinausgeht und diese gleichzeitig revolutioniert, viel tiefer revolutioniert, als es die Relativitätstheorie und die Quantentheorie getan haben. Es ist bezeichnend, daß diese Revolution von keiner der genannten modernen physikalischen Theorien ausgegangen ist, obwohl sie auch in ihnen eine Rolle spielt und spielen wird. Sie kommt erstaunlicherweise direkt aus der klassischen, Newtonschen Physik und geht eigentlich hervor aus dem ewigen Unbehagen, das aus dem Nebeneinander von klassischer Physik und Thermodynamik erwuchs. Dieses Nebeneinander beginnt sich in der Theorie des deterministischen Chaos aufzulösen, nicht nur auf eine unerwartete, sondern auch auf befriedigende Weise. Sie zeigt den Weg von den einfachen, unrealistischen Modellen der klassischen Physik zur komplizierten, komplex zusammenhängenden Wirklichkeit, die sich dynamisch entwickelt, und sie verleiht die Hoffnung, diese Entwicklungsgesetze einmal besser verstehen zu lernen. Entwicklung ist nichts Unverständliches, außerhalb der Welt Angesiedeltes mehr, sondern ist aus der Welt heraus verständlich als das ihr innewohnende Strukturgesetz der Komplexität. Die Thermodynamik hat bereits etwas von dieser Entwicklung erahnen lassen, als sie den Begriff der Entropie einführte, die in einem abgeschlossenen System nur zunehmen kann. Entropie hängt eng mit physikalischer Information zusammen. In einem abgeschlossenen System nimmt die verfügbare Information ab, bestenfalls bleibt sie konstant. Ein Pendel oder eine Uhr zum Beispiel, die einzig und allein durch ihre Periode beschrieben werden können, sind tote Gebilde. Sie enthalten keine Information und geben keine Information ab. In einem chaotischen System hingegen wird ständig neue Information erzeugt in unvorhersagbarer Weise. Solche Systeme entsprechen den wirklichen, natürlichen, physikalischen wie biologischen und sogar kognitiven. Sie alle erzeugen Information. Das physikalische Maß für diese Informationsproduktion ist die Kolmogoroff-Entropie *K*. Prigogine[4] hat gezeigt, daß die Information in einem chaotischen System mit der Zeit linear mit der Kolmogoroff-Entropie zunimmt. Die Dynamik des Systems hat unmittelbar etwas mit der in ihm entstehenden Information und mit seiner wachsenden Struktur zu tun. Die Größe *K* kann, wie wir gesehen haben, mit Hilfe anderer Methoden direkt aus der Kenntnis der Zeitabhängigkeit des Systems abgeleitet werden. Dies ist eine wichtige Erkenntnis, denn sie ermöglicht die Bestimmung des Informationsgehalts eines beliebigen Systems, das nicht notwendig ein physikalisches zu sein braucht, aus der Kenntnis seiner Zeitabhängigkeit, also

aus der Beobachtung seiner zeitlichen Veränderung. Einige Forscher haben sich diese Möglichkeit zunutze gemacht, um etwa den Informationsgehalt einer Rede, eines Schriftstücks zu ermitteln oder die Struktur der Reaktionen von psychisch Kranken zu bestimmen.

9. Transzendenz

Diese sporadischen Versuche schöpfen die Deutungs- und Anwendungspotentiale der Theorie des deterministischen Chaos nicht aus. Allen voran kommt gleich nach den physikalischen Anwendungen die biologische. Mehr als ein Jahrhundert lang haben wir uns mit den Befürwortern und Gegnern einer Theorie der Entwicklung des Lebens herumgeschlagen, und noch vor kurzem, so anachronistisch es klingt, wurde in amerikanischen Schulen und Gerichten um die Erlaubnis gekämpft, die Evolutionstheorie zu lehren, wurden Lehrer, die das taten, verunglimpft, entlassen, physisch bedroht. Man kann zwar nicht hoffen, mit einer schlüssigeren, einsichtigen Theorie dem Irrglauben der Fundamentalisten beizukommen; jede Gesellschaft hat mit ihren Außenseitern gleich welcher Couleur zu leben. Die Theorie des deterministischen Chaos gibt aber (endlich) der Evolutionstheorie eine relativ sichere Grundlage, ohne die physikalischen Gesetze abschaffen und ohne eine äußere, unerklärliche schöpferische Kraft bemühen zu müssen. Gleichzeitig korrigiert sie die bisherigen stochastischen, rein auf dem Zufall beruhenden Ansätze einer Rechtfertigung der Evolutionslehre; denn diese konnten in keinem Falle die Kürze der für die Entwicklung des höheren Lebens benötigten Zeitspanne erklären. Der reine Zufall hätte nicht so erfolgreich sein können wie es die Natur war. Die Theorie des deterministischen Chaos deutet den Weg an, auf dem die Entwicklung gelaufen sein dürfte: über das Chaos in der Dynamik sehr komplizierter Systeme wie der lebenden und die in diesen mögliche Entstehung von Information und Struktur. Es wird noch ein weiter Weg sein, die Entwicklung selbst in einfachen Modellen nachzubilden, die entsprechenden rekursiven Strukturformeln aufzuspüren, doch ist dieser Weg bereits vorgezeichnet. Und schon geht ein großes Aufatmen durch die Biologie.
Wie die Biologie hoffen auch andere Wissenschaften. Die Ökologie, die Ökonomie, die Soziologie, die Psychologie, die Medizin, die Psychiatrie – sie alle träumen von der hilfreichen Unterstützung des Chaos; sie alle haben mit unvorhersagbaren und doch nicht zufälligen Vorgängen zu tun; sie alle erwarten vom Chaos die Aufklärung ihrer Strukturgesetze; sie alle stehen ja höchst komplexen, höchst komplizierten Systemen gegenüber, die ihnen bisher nur einen simplizistischen Zugang und triviale, linear interpolierte, in

den seltensten Fällen eintreffende Vorhersagen erlaubten. Das Chaos als Allheilmittel ist ihre große Hoffnung: Wenn sich nur eine lange Strukturkette in einer solchen Wissenschaft konstruieren ließe, so hoffen sie, dann könne sich mit Hilfe von zu erratenden Fraktalen ein Strukturgesetz für diese Kette ableiten und eine bedingte Vorhersagbarkeit erreichen lassen. Prinzipiell scheint die Theorie des Chaos eine derartige Möglichkeit nicht auszuschließen. Sie hat ja gerade gezeigt, daß man aus scheinbar willkürlichen Strukturen Strukturgesetze erschließen kann auch in Fällen, wenn die Strukturen unmittelbar nichts mit physikalischen Gesetzen zu tun haben, wie etwa die Form eines Farnblattes oder die Küstenlinie einer Insel oder die Grenzen zwischen Staaten; sie hat ferner gezeigt, daß sich gerade in chaotischen, unvorhersagbaren Systemen komplizierte Strukturen ausbilden und Entwicklung ermöglichen; sie hat schließlich gezeigt, daß komplizierte Systeme sich auf verschiedenen Ebenen entwickeln und die Gesetze der unteren, konstitutiv für sie notwendigen Ebenen »vergessen«, während sie auf den oberen makroskopischen Ebenen Gesetze von ganz anderer, der dort vorherrschenden Struktur adäquaten Art ausbilden – und genau dieser Zustand ist es, dem wir in der Welt überall begegnen; denn was haben beispielsweise die Regeln des sozialen und familiären Zusammenlebens oder die der Psychologie unmittelbar mit denen der Physik zu tun? Und doch sind gerade dies Regeln, die in sehr komplizierten Systemen herrschen und aus deren im einzelnen unerforschter Struktur herausgewachsen sind. Wie man allerdings solche rekursiven Strukturgesetze in nichtphysikalischen Systemen findet, dafür gibt es und kann es wahrscheinlich auch kein allgemeines Rezept geben. Die erwähnte Analyse von Zeitreihen, falls sie verfügbar sind, bietet eine Möglichkeit; ihr Resultat ist die Angabe der fraktalen Dimension. Ein anderer Weg ist die Suche nach, das Erraten von *zellularen Automaten*, den simpelsten mathematischen rekursiven Strukturformeln, die eine der beobachteten ähnliche Struktur erzeugen, selbst aber nur einfachst zu handhabende Mathematik sind, die im Computer programmiert werden kann. Der Nachbau der realen Struktur wird dann zur automatisierten Aufgabe, und es bleibt einem weit späteren Stadium der Theorie überlassen, sich nach den Gründen für die Existenz des zellularen Automaten zu fragen. Ihre Aufhellung allerdings sollte der wesentliche Schritt nicht nur zu einer Beschreibung, sondern auch zu einer Erklärung, einer Theorie der Erscheinungen werden.

Ist dieses Übergreifen der Theorie des deterministischen Chaos auf andere, weniger exakte Wissenschaften als die Physik noch durchaus naheliegend, so gibt die Entdeckung der Möglichkeit der Entstehung von Struktur und Form und Erzeugung von Information Anlaß zu viel weitergehenderer

Transzendierung. Information ist, will sie lesbar, kommunizierbar sein, stets, wie das Wort schon sagt, an Form gebunden. Daß mit der Erzeugung von Information in einem deterministisch chaotischen System zwangsläufig Entstehung von Struktur und Form verknüpft sein muß, ist darum nicht verwunderlich. Sie wirft vielmehr die Frage nach der Bedeutung von Form in anderen Bereichen, der Kunst, der Sprache, der Musik auf und macht diese Bereiche in einer ganz ähnlichen Weise wie den der Naturwissenschaft einer Untersuchung zugänglich. Warum zum Beispiel soll nicht ein Musikstück, das als Zeitabfolge einer Anzahl von Tönen, Harmonien, Rhythmen, Lautstärken aufgefaßt werden kann, auf seine in allen diesen Reizbereichen geltenden fraktalen Dimensionen, seine »Entropie«, seine physikalische Information untersucht und vielleicht nach seinem rekursiven Strukturgesetz befragt werden? Warum soll nicht das gleiche mit einem Werk der Sprache geschehen, mit einem Bild? Selbstverständlich werden die Ergebnisse solcher Untersuchungen nicht ein Kunstwerk liefern; sie werden nur die Struktur des Kunstwerks verständlicher machen und vielleicht Qualitätsmerkmale definieren, die mit seinem »Informationsgehalt« zusammenhängen werden. Man kann die Spekulation weiter treiben, sie auf das Denken, auf die Erkenntnis selbst und die von ihr benutzten Symbole anwenden. Damit Denken Information erzeugt, muß es chaotisch sein. Der nicht chaotische kognitive Prozeß ist ein malader; er hat sich in einem Zirkel festgerannt, kehrt periodisch immer wieder zu den gleichen Ergebnissen zurück oder rührt sich nicht von der Stelle und verhindert jede Erkenntnis; es ist der Weg, den die Fanatiker, die Fundamentalisten, die Schizophrenen in ihrem Denken beschreiten. Aus diesem Zirkel, diesem Attraktor hinauszuspringen, ist nur dem chaotischen Denken möglich. Seine Untersuchung dürfte die interessanteste Aufgabe der Theorie des Chaos bilden: wenn das Denken sich selbst zu bedenken beginnt; das aber ist die vornehmste Aufgabe der Philosophie. Somit leitet das deterministische Chaos in letzter Konsequenz hinüber in das philosophische Denken, in die Frage, ob das Denken sich eigentlich selbst erkennen kann, was dieses Erkennen dann noch ist und wohin es führt. Seine Entdeckung ist mithin der vielleicht bedeutendste Schritt, den die neuzeitliche Naturwissenschaft gegangen ist, nachdem sie uns fast drei Jahrhunderte lang zum Narren gehalten hat mit der Behauptung, alles erklären zu können, sich als die große Alleswisserin und Alleserklärerin aufgespielt und uns ihren Alleinanspruch auf die Wahrheit aufgezwungen hat. Sollte sich nicht die gesamte Wissenschaft, nun, da sie in ihren Voraussetzungen blamiert ist, in die Ecke verkriechen, ihr Mandat abgeben? Mit dieser Forderung schössen wir über das Ziel hinaus. Alle Kritik anerkannt – aber es ist gerade die Wissenschaft, von der die Erneue-

rung ausgeht; sie selbst hat sich zu dieser Art neuen, revolutionierenden Denkens durchgerungen, sie hat erhebliche Wehen durchlitten, ehe sie den Gedanken des Chaos gebären und als ihr Kind annehmen konnte. Mit der Entdeckung des Chaos wächst sie über sich hinaus; und obwohl sie in viele Einzelwissenschaften aufgesplittert ist, die sich gegenseitig fast nicht mehr verstehen, hat sie in der Theorie des deterministischen Chaos einen Rahmen entdeckt, der sie alle wieder vereinigt, ja sogar mit den nicht exakten Wissenschaften vereinigt und am Ende noch mit der Philosophie aussöhnt. Wissenschaft erkennt, daß sie selbst auf ungesichertem Boden steht; aber das Schwanken des Bodens schenkt ihr die Gewißheit, der Wirklichkeit näher zu sein denn je, sich endlich der allgemein interessanten Probleme anzunehmen, das Werden in der Welt als deren Grundzustand zu begreifen und sich in einer einheitlichen, wenn auch auf viele Einzelzweige aufgeteilten Komplexität des Denkens mit allen anderen Wissenschaften und Künsten vereint am Verständnis der Welt und am Aufbau einer vom Menschen denkbaren Realität beteiligt zu sehen. Dies ist der erträumte ideale Entwurf von Wissenschaft. Niemand zuvor hätte seine Wurzeln so tief im Chaos verankert vermutet.

Anmerkungen

1 Epicurus: *The Extant Remains*, Oxford 1926, Fragment 134. In: John Passmore: *Science and Its Critics*, New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press 1978, S. 29.
2 Alfred North Whitehead: *Wissenschaft und moderne Welt*, Frankfurt 1984, S. 23.
3 James Gleick: *Chaos: Making a New Science*, New York: Viking Penguin Inc. 1987.
4 Ilya Prigogine: *Vom Sein zum Werden*, München 1985; Ilya Prigogine und Isabelle Stengers: *Dialog mit der Natur*, München 1986; Grégoire Nicolis und Ilya Prigogine: *Die Erforschung des Komplexen*, München 1987.
5 Hans Georg Schuster: *Deterministic Chaos*, Weinheim: Physik-Verlag 1984; Benoit Mandelbrot: *The Fractal Geometry of Nature*, San Francisco: Freeman 1982; Heinz-Otto Peitgen and Peter H. Richter: *The Beauty of Fractals*, Berlin, New York: Springer-Verlag 1986; Michael Barnsley: *Fractals Everywhere*, Boston: Academic Press, Inc. 1988.

Beate Ziegs
Chaos-Magie

Das Chaos ist allenthalben. Seitdem ich weiß, daß es das Chaos gibt – und das tue ich seit Menschengedenken –, versuche ich, mich ihm zu nähern. Vorsichtig und mit Respekt. Denn das Chaos ist nicht nur unberechenbar: Es ist das unvorstellbar Andere schlechthin, ein Etwas, das nicht sagbar ist. Es ist der Rachen und zugleich das, was er verschlingt. Und nur wer entkommt, weil er widerstand, vermag eine Ahnung von dem zu haben, wovor er sich rettete. Da ich aber nicht weiß, wann und auf welche Weise ich verschlungen werden könnte, geschweige denn, wie ich mich gegebenenfalls retten kann, bleibe ich auf Fluchtdistanz und übe mich in Dingen wie Denken, Lachen, Genießen und Geduld. Vor allem in letzterem. Denn schließlich weiß jedes Kind, daß nur aus dem Chaos ein tanzender Stern geboren werden kann. Und den Augenblick möchte ich nicht verpassen.
Diese Haltung fördert nicht gerade meine Beliebtheit. Mal lache ich zu laut und im falschen Moment. Mal denke ich zu schnell, mal genieße ich zu langsam. Die einen schreckt ab, daß ich ausgerechnet mit einem Rachen zu fraternisieren gedenke; die anderen nehmen mir die Sache mit dem tanzenden Stern nicht ab und daher übel. Statt dessen berichten mir die einen wie die anderen von ihren tropfenden Wasserhähnen und daß sie neuerdings die Dichtungen nicht mehr auswechseln. Sie schwärmen mir von der Schönheit rekursiver Muster vor und bekommen leuchtende Augen, wenn sie mir das Prinzip der Kausalitätsentkopplung am Beispiel der Unberechenbarkeit ihrer Freundin beweisen wollen – die wahrscheinlich nur deshalb dazu schweigt, weil sie sich gerade in einem Phasenübergang von Sympathie zu Apathie befindet. Ich hingegen iteriere bei solchen Gelegenheiten meine Empörung gen Unendlich und verbitte mir, mich als bloßes Produkt meiner Unberechenbarkeit zu betrachten und mir damit meine Verantwortlichkeit für mein Tun und Nicht-Tun streitig zu machen. Solche Gespräche ziehen sich hin. Nächtelang und in verschiedenen Kneipen oder Wohngemeinschaften. Bis schließlich nur noch ein Geraune übrig bleibt, aus dem immer wieder ein Wort emportaucht: Chaos.
Natur ist nicht berechenbar. Daß es die Naturwissenschaftler trotzdem

immer wieder versuchen, nehme ich ihnen nicht übel. Im Gegenteil betrachte ich die Ergebnisse der Chaosforschung mit Wonne. Auch wenn es sich vielfach um Binsenweisheiten handelt, die mit Chaos nichts zu tun haben, schärfen sie doch den Blick für allerlei seltsame Attraktoren, die einem tagtäglich begegnen und an denen man sonst vielleicht vorbeigelaufen wäre, ohne sich überhaupt erst anziehen oder abstoßen zu lassen. Kürzlich zum Beispiel habe ich mich von einem komplexen dynamischen System männlichen Geschlechts anziehen lassen. Der saß völlig laminar (also ruhig vor sich hinfließend) irgendwo herum. In Höhe seines Herzens steckte ein kleines Apfelmännchen in seinem Hemd. Hin und wieder griff er danach, als ob er sich vergewissern wollte, daß er noch alles beisammen hat – was mich unweigerlich und recht aufdringlich auf ihn zugehen und ihn anstarren ließ. Ich wollte mich gerade für meine Unhöflichkeit entschuldigen, als der Attraktor zu reden begann: »Nicht wahr, irgendwo tief in Ihrem Gehirn haben Sie diese Figur auch gespeichert. Wie eine alte Bekannte.« Ich hatte keine Gelegenheit, zu antworten. »Nach ihr kommt die Sintflut. Sie ist der letzte Vorposten der Ordnung in einem Meer aus Finsternis und Verschlungenheit.« Er mußte gemerkt haben, daß mir angst und bange wurde, jedenfalls senkte er die Stimme und blickte mir tief in die Augen: »Es ist doch sehr beruhigend zu wissen, daß es außer Ihnen und mir noch andere Wesen gibt, die aufrecht und stolz dem Chaos trotzen!« Ich drehte mich schnell um und ging.

Vielleicht ist es ja tatsächlich so, daß irgendwo verborgen in meinem Gehirn ein Wesen namens Apfelmännchen herumgeistert. Die Tatsache zum Beispiel, daß die Computer-Bilder der fraktalen Geometrie weltweit und unabhängig vom jeweiligen kulturellen Hintergrund als »schön« oder ästhetisch wertvoll angesehen werden, obwohl (oder vielleicht gerade weil?) sie nichts weiter als reine Mathematik sind, läßt den Chaosforscher Heinz-Otto Peitgen aus Bremen vermuten, daß es in unserem Gehirn eine noch nicht bekannte Funktion gibt, die uns Erdenbewohnern allesamt die Fähigkeit verleiht, fraktal zu sehen beziehungsweise wahrzunehmen. Das Wesen dieser Funktion ist für Peitgen ein Geheimnis, »und wird es wahrscheinlich auch bleiben«.

Nicht so für Andrzej Slawinski, seines Zeichens Künstler und Gründer des Tamas-Laboratoriums in Sauldorf-Krumbach. In seinem Prospekt verspricht er »einen neuen Blick auf die Entwicklung des Individuums, der Menschheit und des Universums«. Am Ende dieses Blickens sollen wir alle »durch Chaos« mit allem verbunden und unsere Sehnsucht nach Einheit mit dem All erfüllt sein. Eine Sehnsucht, von der übrigens auch Wüstenebenen mit ihren gewellten Sandbänken, Bergketten samt Felsen und Tälern sowie

die dynamisch vor sich hinschwappende Meeresoberfläche angeblich heimgesucht werden. Zum Zwecke des Einswerdens kann man sich bei Slawinski für 240 Mark (incl. vegetarischer Verpflegung) auf einen »introfraktalen« Wochenendtrip begeben. Zu Beginn der Reise werden unsere beiden Gehirnhälften mittels Musik, integrativem Atmen und Visualisierung auf Synchronizität gepolt. Dann geht's ab durch die Mitte und munter drauf los durch die fraktalen Landschaften »unserer eigenen inneren Systeme«. (Was immer diese sein mögen; aber so steht es geschrieben.) Unterwegs haben wir selbstverständlich die Möglichkeit, anzuhalten und solche Prozesse zu erforschen, »die nicht von unserer Welt sind«, eine Art Sight-seeing-Tour durch die archäologischen Extraterrismen unseres Es, Überich und Alterego. Am Ziel angekommen, sind wir allesamt geläuert – und ist aus dem Chaos eine neue Ordnung entstanden. So einfach ist das: kein Rachen, kein Verschlingen, keine Rettung.

Pauschale Reiseangebote, in denen die hoteleigenen Swimmingpools mit einem Weitwinkelobjektiv photographiert sind und den Eindruck vermitteln, man könne vom Balkon aus gleich ins Meer hüpfen, weckten schon immer meine Skepsis. Ich lasse mir von Andrzej Slawinski also erst einmal eine Kostprobe schicken. Sie kommt postwendend in Form von zwei Musikkassetten à 45 Mark: »Time Distortion« und »Mikrochip«. Auf dem Beipackzettel lese ich, daß diese »neuartige« Musik ihren Ursprung nicht in der menschlichen Inspiration hat, sondern in der fraktalen Geometrie der Natur: »Sie ist meta- und transpersonal in ihrem Charakter – eine Einladung ins Universum.« Wie nicht anders zu erwarten, grinst mir hübsch bunt der auserwählte Archetyp unseres ausgehenden Jahrtausends entgegen: der Apfelmann, jener mutige Märchenprinz im Kampf gegen die Finsternis, gegen alle möglichen Alptraumfiguren wie Drachen und behaarte Spinnen – gegen das Chaos also.

Ob des Anblicks dieses guten alten Bekannten bin ich zutiefst beruhigt (s. o.) und tue brav, was von mir erwartet wird: Ich stülpe mir ein Paar Kopfhörer mit geschlossenem System über, damit meine beiden Gehirnhälften nur ja nicht das alles entscheidende Hemi-Sync-Signal verpassen, atme tief durch, schließe die Augen und bewege mich nicht mehr. Dann tauche ich ein in einen weitwinkligen »Hemi-Sync-Ocean«, reite auf den »Wellen des Zufalls«, marschiere tapfer durch ein »Tor des Lebens«, hinter dem sich das »Nirgendwo« auftut, und werde zur Belohnung metatranspersonalisierte Zeugin einer fulminanten »Time Distortion«.

Denkste. Nichts von alledem geschieht. Aus den Kopfhörern zwitschern sich irgendwelche Piepmätze in mein Gehirn; mal schwappt von links eine Welle gegen meine Synapsen; mal weht von rechts ein mehr oder weniger

rauhes Lüftchen durch meinen Neokortex. Ab und zu bimmelt etwas. Als sich dann die »Reise ins Chaos der Elemente« zunehmend wie ein elektronisches Obertonohrengesumsel gebärdet, steige ich aus: Mir war noch nie daran gelegen, auf die seichte Tour in ein zwangsverordnetes Jenseits des Guten und der Harmonie abgeschoben zu werden, in dem ich eins zu sein habe mit etwas, das mir andere als »gut« aufschwätzen, und ich ansonsten das Zeitliche segnen darf. Das ist Schwarz-Weiß-Malerei in Reinkultur, wie sie aus den die menschliche Ohnmacht nur verwaltenden Weltreligionen sattsam bekannt ist.

Zornig gucke ich mir jenen aufrechten Ritter aus dem Geschlecht derer des Apfelordens genauer an. Wo sind die Buckel und Zerklüftungen geblieben, wo die Unebenheiten und Widerborsten, die die Schönheit der fraktalen Bilder doch erst ausmachen? »Du bist kein Vorposten«, schimpfe ich mit dem aufgeblähten Apfelmännchen, »du bist ein Verhinderer, der mir den Weg versperrt! Du willst mich einlullen in einen ordentlichen Frieden mit der Welt, der noch nie einer war, und der jetzt auch noch kosmisch werden soll . . .!« Der Rest meiner Tirade ist nicht mehr zu verstehen. Er gerät zum inneren Monolog, an dessen Ende ich beschließe, daß mir das transzendierende Chaos gestohlen bleiben kann, sofern mir dadurch zum wiederholten Male ein höheres Selbst suggeriert wird, das sich früher oder später als eine gewaltige (diesmal esoterisch-wassermännliche) Version jenes Gottes entpuppt, zu dem sich das menschliche Ego schon immer aufgebläht hat, um seinen Größenwahn vor sich selbst zu verbergen. Überhöhung zieht ihr genaues Gegenteil an sich. Und das Gute und Erhabene ist so lange lebensfeindlich, wie es das Böse oder Niedrige ablehnt oder verdrängt. Diese Art von »Erleuchtung« ist systemstabilisierend und hat nichts mit Chaos zu tun, wie ich es mir vorstelle – nämlich als Summe aller Möglichkeiten –, sondern es ist sein Gegenteil: Entropie, rien ne va plus.

Mein Zorn ist längst verraucht. Er löste sich, wie schon so oft, in dem abgegriffenen Jenseits von Gut und Böse eines Nietzsche auf. Zwischen den Zeilen fand ich auch meinen Traum vom tanzenden Stern wieder. Von Annäherungsversuchen an den gleichzeitig verschlingenden und gebärenden Rachen ließ ich allerdings erst einmal die Finger. Meine Angst vor diesem Etwas ist mindestens so groß wie vor den Tranquilizern unseres New Age. Ich pendelte mich also auf irgendeinen Gleichgewichtszustand zwischen den Extremen ein und kramte aus dieser sicheren Fluchtdistanz die alte Frage hervor, wie verwaltet Menschen in ihrer Ohnmacht sein müssen, daß sie einen Gott (oder irgendein anderes angeblich souveränes Sanktuarium) zum obersten Prinzip erheben, der in blindem Eifersuchtswahn ausgerechnet den schönsten Engel aus Seinem Reich verbannte. Das

wollte mir noch nie in den Kopf – weshalb es in demselben vielleicht auch keine Antwort auf die Frage gibt. Für Frater V.˙.D ist die Sache mit Luzifer ein klarer Fall von Schwarzer Magie – seitens des Herrn natürlich.

Frater V.˙.D ist Chaos-Magier. Das V in seinem Namen ist in Wirklichkeit ein römisches U und steht gemeinsam mit dem D für VBIQVE DAEMON.˙.VBIQVE DEVS[1], was nichts anderes bedeutet, als möglichst beide Seiten einer Medaille zu sehen. Später wird er mir erklären, daß ihn eine Medaille, die nur zwei Seiten hat, »mittlerweile nicht mehr interessiert«. Zunächst aber sitze ich ihm zum erstenmal gegenüber und stelle fest, daß ich mir Magier immer anders vorgestellt habe: nicht so wohlbeleibt, nicht so bacchantisch, nicht so eloquent und unprätentiös, vor allem nicht so unernst und humorvoll. »Lachen ist der erste Grundsatz der Chaos-Magie«, sagt er und verpaßt mir in den folgenden zwei Tagen eine sehr plastische Einführung in das eigentümliche Lachen eines Chaotikers.

Ort des Geschehens ist kein Tempel, sondern ein mittelmäßiges Hotel in Osnabrück, an dem nichts Mystisches ist. Magie findet für Chaotiker entweder im Alltag – und damit überall und jederzeit – statt oder gar nicht. Wir sind zehn Teilnehmer (überwiegend Frauen), die sich an diesem Wochenende von Frater V.˙.D in einige Praktiken der Schutz- und Kampfmagie einweihen lassen. Das Chaos ist immer dabei, denn für Frater V.˙.D ist es das »Ding«, das für das Entstehen und den weiteren Ablauf aller Geschehnisse verantwortlich ist. Es kann nicht unmittelbar erfahren werden und ist frei von jeglicher Spiritualität und Moral. Es ist grundlos, ohne Ursache und hat nicht einmal einen Sinn. Aber es ist anzapfbar.

Genau darum bemühen sich seit elf Jahren die weltweit etwa 130 Mitglieder des magischen Paktes der »Illuminates of Thanateros« (IOT). Gründer dieses Ordens ist der Engländer Pete Carroll, der in das offizielle Einweihungshandbuch des IOT ganz bewußt den Begriff »Chaos« einführte, um jede transzendente Assoziation, jede Identifikation mit dem Glauben an etwas Höheres oder gar Absolutes von vornherein zu verhindern. Chaos ist das Nichtidentische. »Vor ihm hat man kein eigenes Antlitz«, erklärt Frater V.˙.D, »es ist jener Zustand der Willkür, in dem noch alles offen und unentschieden ist.« Leben oder Tod, Schwarz oder Weiß, Haß oder Liebe, gut oder böse, Ja oder Nein – »Thanateros« ist eine Kombination aus Thanatos und Eros. Sie schließt das Entweder-Oder aus. Ziel der Ordensbrüder (es gibt auch Schwestern) ist, zu erkennen, daß man niemand werden muß, um alles sein zu können. Selbstverständlich lehnen sie es ab, irgend jemandem zu dienen – nicht einmal den eigenen Ordenspriestern. Eher verstehen sie sich als »Anarchisten par excellence« und scheuen als

solche auch das Böse nicht, »weil es«, so Frater V.˙.D, »die Ablehnung schlechthin ist«.
Ich finde das gar nicht komisch und lache trotzdem. Dann begehe ich den Fehler, zu glauben, ich hätte verstanden. »Blutige Anfänger wie Sie«, verhöhnt mich der bacchantische Chaos-Magier mit dröhnender Stimme, »verstärken immer genau das, was sie bereits zu können oder zu wissen glauben. Kümmern Sie sich gefälligst um die Dinge, die Ihnen absolut fremd und zuwider sind! Nur dadurch nehmen Sie ihnen die Macht, die sie sonst über Sie haben.« Bei dieser Maßregelung vergeht mir mein Lachen, was seines nur verstärkt: »Das schrecklichste Geschenk der Götter ist nun einmal die Freiheit!« Und damit ich nicht in ein Sinnieren über Aufstieg und Fall des Prometheus ausweiche, kramt er einen Würfel hervor und postuliert, jeder Glaube sei nur Technik. Entsprechend gebe es für einen Glauben, gleich welcher Natur, genauso wenig einen Grund wie für die Gesetze des Universums.
Der Würfel ist ein ganz normaler und hat also sechs Seiten. Auf einen Zettel schreibe ich sechs beliebige Glaubenssysteme auf und numeriere sie: Atheismus, Hinduismus, Christentum, Islam, Taoismus, Nihilismus. Der Würfel rollt und gibt die Entscheidung des Zufalls preis: »Ab jetzt sind Sie Mohammedanerin«, grinst Frater V.˙.D, »und zwar mit allem Drum und Dran. So lange, bis Sie es begriffen haben.« Der Kälteschauer, der meinen Rücken hochkriecht, signalisiert mir, daß das kein Spiel mehr ist, auch wenn der Magier schon wieder lacht. »Und wenn Sie die Weltreligionen durch haben, dann machen Sie mit den Ideologien weiter: Rassismus, Kommunismus, Faschismus ...« Ich höre nicht mehr zu, sondern aktiviere alle Abwehrmechanismen gegen diese ungeheure Anmaßung – so lange, bis mir schlecht wird. »Die Beliebigkeit unter Kontrolle bringen – das ist Chaos-Magie«, sagt Frater V.˙.D und packt den Würfel wieder ein.
Weil ich mich weigere, die Entscheidung des Würfelwurfs zu akzeptieren, verfliegt meine Übelkeit schnell. Der innere Zensor hat funktioniert; und darauf bin ich stolz. Daß es eben dieser Zensor ist, der mich vom Chaos als »Summe aller Möglichkeiten« trennt, überhöre ich geflissentlich. Frater V.˙.D hält uns gerade einen Vortrag über Magie als »Herstellung von Distanzfreiheit, als Aufhebung aller Ausgrenzungsdimensionen«. Ich schreibe die Sätze mechanisch mit, wie eine brave Studentin im Grundsemester Psychologie. »Sie sind nicht Ihr Glaube. Sie sind nicht Ihre Gefühle. Sie sind nicht einmal Ihre Kognition. Sie sind mehr.« Ich stutze. »Was denn?« will ich wissen. »Woher soll ich das wissen?« kontert er: »Ich bin nicht Ihre Antwort.« Der Grundkurs geht weiter. Und weil ich aufgehört habe, me-

chanisch mitzuschreiben, überhöre ich auch den subversiven Unterton nicht mehr. Wir sitzen jetzt alle in einer Räuberhöhle und betreiben fröhliche Anarchie.

Was die Psychologen können, können die Chaos-Magier schon lange – nämlich den Geist, die Psyche (etc. pp.) auf immer neue Weise kategorisieren. Mit dem einen Unterschied allerdings, daß die Chaos-Magier zugeben, daß alle diese Systeme willkürlich sind und in den meisten Fällen lediglich die moralischen Vorurteile ihrer Erfinder widerspiegeln. Jedenfalls stehen sie in keinem Zusammenhang mit nachweisbaren Gehirnstrukturen. Getreu dem magischen Motto »Wahr ist, was du wahr nimmst« hat schon besagter Pete Carroll sich diese Willkürlichkeit vor einigen Jahren zunutze gemacht und für den IOT ein sogenanntes Schaltkreistraining erfunden. Und das geht so:

Angenommen, das Bewußtsein manifestiere sich auf einer Skala von fünf Zuständen – Unterbewußtes, Traum, automatisches Verhalten, Bewußtheit, Gnosis[2] –, und angenommen, diesen fünf Zuständen entsprächen bestimmte Gehirnfrequenzen, dann läßt sich unser Bewußtsein in fünf Schaltkreise einteilen, die beliebig aktivierbar sind. Zugegeben, das klingt absurd. Aber es funktioniert: Der Patient (hier: Chaos-Adept) legt sich hin, entspannt sich, schließt die Augen und läßt eine ϛominütige Operation (hier: Ritual) über sich ergehen. Wichtigstes Instrument dabei ist ein Stroboskop-Blitzgerät. Im Abstand von wenigen Minuten wird der Adept angeblitzt, wobei die Stroboskop-Frequenz von ein auf dreizehn Hertz gesteigert wird (die Frequenz des menschlichen Herzens liegt zwischen sieben und acht Hertz). Über die Netzhaut der (geschlossenen) Augen schießen die Blitze in das vegetative Nervensystem – und mit ihnen die Befehle des Meisters: »Aktivier Liebe!« – Zisch. – »Aktivier Haß!« – Zisch. – »Aktivier Traurigkeit!« – Zisch. – »Aktivier Glücklichsein!« Und immer wieder: »Aktivier Lachen!« Ein Lachen, das sich dem Wahnsinn nähert. »Na und«, grummelt Frater V.·.D, »was ist denn Magie anderes als angewandte Schizophrenie!«

Daß das Schaltkreistraining funktioniert, obwohl die Schaltkreise nur postuliert sind; daß man auf Kommando fühlen kann – das kann einem angst und bange machen. Aber »bange machen gilt nicht«; und deshalb wird im IOT gerade das beschworen, was Angst macht: Baphomet, der Alles-Erzeuger und Alles-Vertilger. Die Herkunft des Namens ist unklar, er entstammt aber wahrscheinlich dem griechischen »Baphe-metis«, was soviel wie »Vereinigung mit der Weisheit« bedeutet. Einer Weisheit, die ohne Ausnahme alles enthält und zutiefst amoralisch ist. In der Chaos-Messe wird sie von einem Priester als hermaphroditische Gestalt eines gehörnten Menschen dargestellt, der sowohl die Eigenschaften eines Säuge-

tiers als auch eines Reptils aufweist. So real die Invokation dieses Dämons auch sein mag: BAPHOMET bleibt eine Kunstfigur, an die letztlich kein geschulter Chaos-Magier glaubt. Schließlich unterscheidet man sich von den »dümmlich-bourgeoisen Salonsatanikern« unter anderem dadurch, daß man nichts ernst nimmt und alles – einschließlich des Universums – für einen mehr oder weniger gelungenen Witz hält.

Wie gesagt: Das gilt nur für geschulte Chaos-Magier. Auf dem Seminar in Osnabrück habe ich eine Frau kennengelernt, der der Schock noch in den Gliedern sitzt. BAPHOMET hat sie aus der Bahn geworfen. Sie weiß jetzt, daß sich jedes Gefühl aus seinem Gegenteil nährt, daß sie nicht nur lieb, gut und nett ist, sondern auch zerstörerisch und häßlich. Sie weiß nicht mehr, wer sie ist, und hat Angst, jenes Nichts zu werden, das tatsächlich Alles sein kann. Sie hat Angst vor dem Chaos.

Und das zu Recht. Denn nicht einmal das heldenhafte Apfelmännchen, der letzte Vorposten der Entropie, könnte ihr im Zweifelsfall helfen. Ihm gegenüber steht nämlich CHORONZON, der erste Vorposten des Chaos. Er hat keine Gestalt, und sein Name ist eigentlich Legion. Er ist eine Glyphe, ein Symbol für das aufgeblähte Ego, für die übersteigerte Identifikation mit den eigenen Gefühlen, dem eigenen Denken, den eigenen Idealen und dem eigenen Glauben. Zuverlässig tritt er genau dann auf den Plan, wenn wir uns behaglich zurücklehnen und glauben, wir hätten Es (wofür auch immer das stehen mag) geschafft. CHORONZON schlägt dem Verstand ein Schnippchen. Er ist der ewige Querulant.

Die Umtriebe dieses Dämons sind kein Honigschlecken. Wenn man nicht aufpaßt, bringt er das aufgeblähte Ego schnurstracks zum Platzen – was sich für Nicht-Chaos-Magier dann als Psychose, Paranoia oder Suizid darstellt. Für Frater V.·.D lautet die Diagnose anders: »Wenn wir die Dämonen in den Keller sperren, wie es gerade Esoteriker so gerne tun, dann dürfen wir uns auch nicht wundern, wenn sie uns eines Tages das Haus unterm Arsch wegsprengen.« Entsprechend besteht der klügste Umgang mit Dämonen darin, daß man sie »ab und zu Gassi führt«. Nun ist das mit den Dämonen allerdings so eine Sache: Sie lassen sich nämlich – per definitionem – nicht gerne Gassi »führen«, sondern pflegen einem bei solchen Gelegenheiten mindestens ins Bein zu beißen. Folgerichtig trainieren sich die Chaotiker in einer Fülle magischer Exerzitien auf den richtigen Umgang mit jenem gestaltlosen Wesen. Und vor allem lernen sie das Lachen, jenen physiologischen Prozeß, bei dem der Organismus in eine gewisse Spasmik versetzt wird, die dazu führt, daß mehr Luft ausgeatmet als eingeatmet wird. »Lachen bannt«, erklärt Frater V.·.D, »denn indem ich Energie ausstoße, nehme ich etwas oder jemand anderem die Macht, die es oder er über mich

gewinnen kann. Im Prinzip ist das Karate.« Im IOT gilt Lachen als die höchste Emotion, weil es alle anderen einschließt – von der Ekstase bis zum Leid. »Lachen ist die einzige vertretbare Einstellung in einem Universum, das ein Witz ist, der sich selbst erzählt.«

Für die Chaos-Magier ist das manifeste Universum nur eine winzige Insel relativer Ordnung innerhalb eines unfaßbaren Meeres ursprünglicher Möglichkeiten. Obwohl dieses relativ ordentliche Universum ein höchst unwahrscheinliches Ereignis darstellt, mußte es irgendwann einmal entstehen: spontan und ohne Ursache. Da aber unser gesamtes rationales Denken auf der Hypothese beruht, daß eins das andere bewirkt, wird unser Denken niemals in der Lage sein, die Natur des Universums zu verstehen. Wir befinden uns in einem Universum, das wir uns als seine Beobachter selbst geschaffen haben. Aber zu glauben, daß wir als Beobachter wissen, was wir beobachten, ist eine Illusion – oder eine »Technik der Verkennung«, wie es die Chaos-Magier nennen. Und deshalb stehen sie nicht nur mit den Religionen auf Kriegsfuß, sondern auch mit den Naturwissenschaften.

Wenn Sie wollen, daß einem Chaos-Magier übel wird, dann erzählen Sie ihm etwas vom »Einklang mit den Naturgesetzen«, nach dem bekanntermaßen viele New-Ager streben. »Ein Chaos-Magier, der an die Schwerkraft glaubt«, sagt Frater V.·.D, »hat schon schlechte Karten.« Die Religion fragt »Warum?« – und legt sich die passenden theologischen Antworten zurecht; die Naturwissenschaft fragt »Wie?« – und bastelt sich logische Kausalketten; die Magie aber fragt schlicht »Was?« – und untersucht die Natur des Seins, unabhängig von ihrem Sinn und Zweck. Für Frater V.·.D (und für jenen Pete Carroll sowieso) ist es prinzipiell vorstellbar, daß sich das magische und das naturwissenschaftliche Weltbild widerspruchsfrei miteinander verbinden. So entspreche der quantenphysikalische Welle-Teilchen-Dualismus »in etwa« dem Modell vom Widerspruch der komplementären Bereiche »Geist« und »Materie«, das die Chaos-Magier postulieren; das Heisenbergsche Unbestimmtheitsprinzip gleiche sehr dem chaos-magischen Prinzip der Wahrscheinlichkeitsmanipulation, welches besagt, daß nicht einmal innerhalb der Ereignisse selbst die Information voraussagbar ist. Und die Chaosforschung ist für Frater V.·.D »nichts weiter als uraltes hermetisches Wissen in moderner Verpackung«.

Wo Chaosforschung anfängt, hört die klassische Naturwissenschaft auf. Und entsprechend hört die klassische Magie dort auf, wo die Chaos-Magie anfängt. Im Gegensatz zu den Naturwissenschaftlern reden die Magier vom IOT allerdings nicht von einer neuen Verantwortlichkeit oder gar Ethik. Sie suchen auch nicht nach einer alles umfassenden universalen Feldtheorie. Statt dessen nehmen sie das quantentheoretische Prinzip der Nicht-Objek-

tivität so wortwörtlich wie möglich als eines ihrer magischen Paradigmen: Wenn es der Akt gewollter Wahrnehmung oder Messung ist, der die Ereignisse tatsächlich hervorbringt, dann sind Wille und Wahrnehmung ein und dasselbe. Folglich ist das Universum eine Illusion. Eine Illusion, die sich im übrigen nur deshalb auf vier Dimensionen beschränkt, weil wir mehr (wenn überhaupt) nicht wahrnehmen. Frater V.·.D lacht: »Die Physiker können ihre fundamentalen Teilchen und Quarks nur deshalb nicht einzeln beobachten, weil sie sie zwar messen, aber im Grunde gar nicht wahrhaben wollen.« Wer nur vierdimensional wahrnehme, habe eben das Pech, daß sich ihm die fünfte Dimension allenfalls als Punkt, also eindimensional, darstellt. Die Chaos-Magier hingegen setzen voraus, daß wir alle längst in einer mindestens fünfdimensionalen Realität leben, in einer Welt der Wirkungen und nicht der Ursachen. Ihr einziges Erkennungszeichen ist deshalb ein achtzackiger (schwarzer) Stern, der eine Kugel mit acht herausragenden Pfeilen symbolisiert, die auf die Spitze eines Kubus zeigen. Diese perspektivische Skulptur der vier Achsen des geometrisch (bislang) unmöglichen Hyperkubus ist für den denkenden Verstand ein Paradoxon, die Quadratur des Kreises – ein Witz.

»Was wäre, wenn ...?« Solche Fragen mag Frater V.·.D überhaupt nicht, weil dabei nur »Sonntagsschrebergartenphilosophien herauskommen, an die man schlimmstenfalls auch noch glaubt«. Trotzdem will ich wissen, was wäre, wenn die Naturwissenschaft jemals damit begänne, die Magie ernsthaft zu erforschen. Die Antwort kommt wie aus der Pistole geschossen: »Das wäre eine Katastrophe! Die Menschheit hat sich als völlig unfähig erwiesen, selbst mit einer so relativ ungefährlichen Substanz wie Plutonium verantwortungsbewußt und mit Respekt umzugehen. Nun stellen Sie sich mal vor, was solche Ignoranten mit maschinenverstärkter Zauberei alles anstellen würden! Dagegen sind Hiroshima und Tschernobyl harmlose Sandkastenspiele.« Aber geht es bei solchen »Spielen« nicht auch um Macht? Und ist es nicht gerade das, wonach Magier stre ...? »Ja sicher«, unterbricht mich Frater V.·.D und wird jetzt richtig wütend: »Klar wollen wir Macht – nämlich die Macht, keinem zu dienen und keinem zu nutzen. Und schon gar nicht dem Popanz, den man Politik nennt – diesem obszönen Geschwätz von der allerletzten Minute, dem permanenten Fünf-vor-Zwölf, das man den Menschen einredet, damit sie nur ja nicht zur Besinnung kommen. Wir wollen keine Sklaven und machen keine Opfer.« Dann besänftigt er sich und träumt mir ein wenig von jener »Hyperscience« vor, die sich aus der Vereinigung zwischen Magie und Naturwissenschaft »durchaus entwickeln *könnte*«. Aber wie die Dinge nun einmal stehen, ziehen es die Illuminaten von Thanateros derzeit vor, daß ihre okkulten

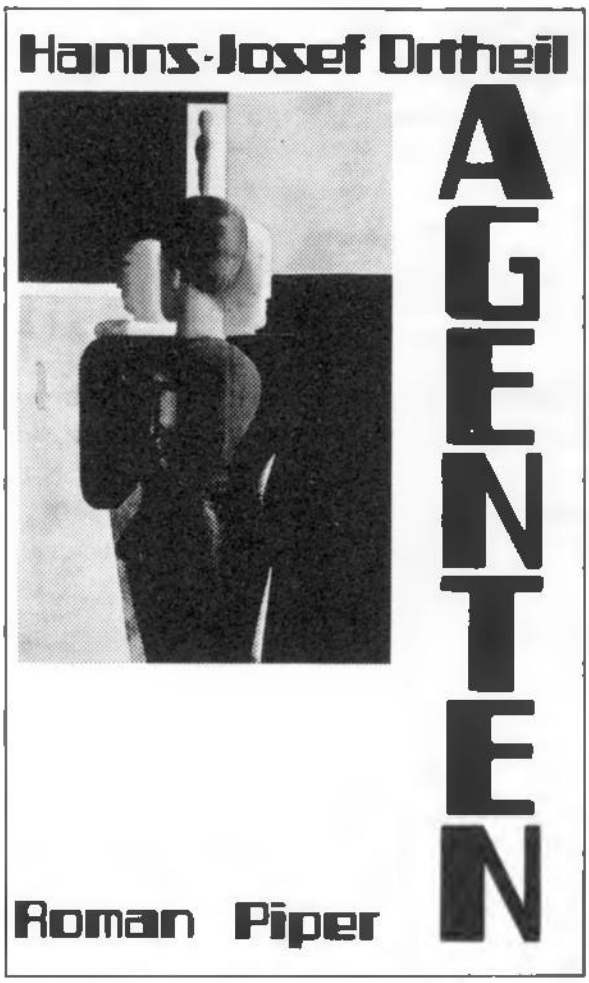
Künste in den Augen der Wissenschaft weiterhin lächerlich gemacht und diskrediert werden: »Das liegt im Interesse des Überlebens unserer Art.« Das einzige System, das der IOT kultiviert, ist das »System des Systemlosen«. Missionierung des Rests der Welt ist nicht angesagt, und eine Gesellschaftsutopie gibt es auch nicht. Trotzdem will ich wissen, was wäre, wenn alle so wären? Diesmal wird Frater V.˙.D nicht wütend. »Wenn wir uns alle von unserer freiwilligen Knechtschaft befreiten, hätten wir weniger Angst vor alldem, was uns fremd und anders erscheint. Wir wären toleranter. Und bestimmt würden wir alle mehr lachen.« Und nach einer kurzen Pause fügt er hinzu: »Können Sie sich das vorstellen?«

Anmerkungen

1 VBIQVE DAEMON .˙. VBIQVE DEVS heißt: »Der Dämon ist in allem / Gott ist in allem«. Die drei Punkte stehen symbolisch für die drei Aggregatzustände fest, flüssig und flüchtig.

2 Als »Gnosis« wird die höchste Bewußtheitsstufe bezeichnet, in der das Denken aufhört. Sie wird verstanden als das intensive Bewußtsein um etwas – einschließlich der Vorstellungen vom Selbst und vom Nichts.

Szenen einer Scene



Roman. 324 Seiten. Leinen DM 38,–

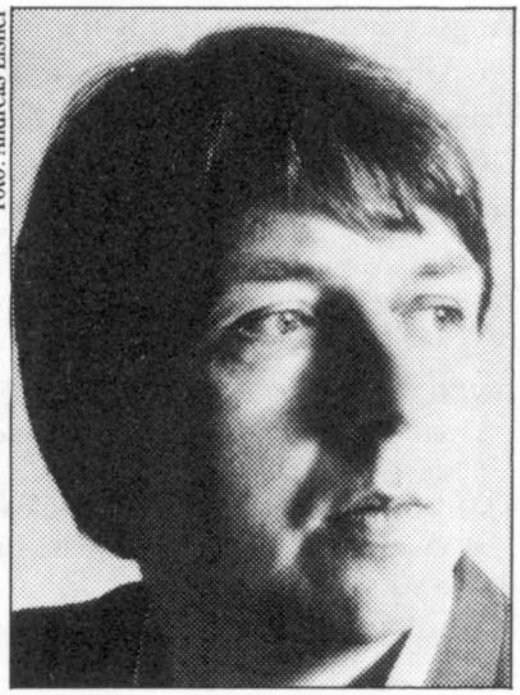


Foto: Andreas Elsner

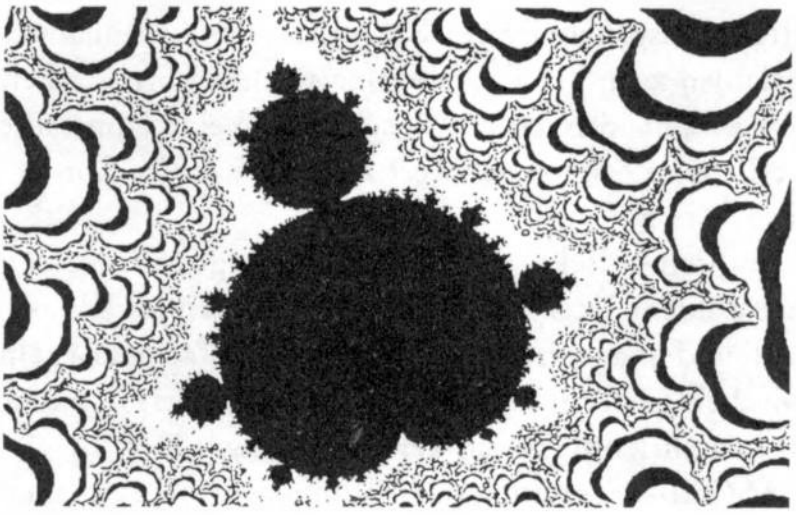
Bei der Wiesbadener Scene-zeitschrift beginnt Meynards Karriere. Je weiter er aufsteigt, desto klarer durchblickt er das Spiel, das jeder mit jedem treibt. Bis er selbst mit hineingezogen wird …

Hanns-Josef Ortheil porträtiert in »Agenten« die jugendlichen Aufsteiger der achtziger Jahre. Er spürt ihrem Exhibitionismus wie ihrer Melancholie nach, ihrem pragmatischen Karrieredenken wie ihrer Hoffnungslosigkeit. Ein Zeitroman, suggestiv, ironisch und so turbulent wie die Szene, die er schildert.

PIPER

Karl-Heinz Becker / Michael Dörfler
Rezept für ein Apfelmännchen

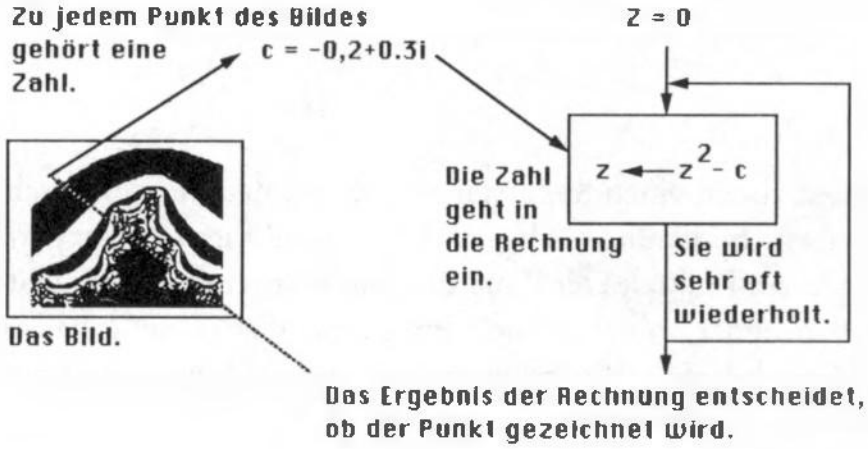
Wir möchten Ihnen einen Superstar vorstellen, den Sie sicher schon häufig gesehen haben. Es handelt sich um die zentrale Figur der experimentellen Mathematik, ein Fraktal. Der Rand der Figur ist sehr unüber sichtlich, es ist kaum vorhersagbar, ob man sich im Inneren oder außerhalb der Figur befindet. Gleichzeitig aber erkennt man eigentümliche Symmetrien und vertraute Formen. Gefunden wurde die Figur 1980 von dem aus Polen stammenden Mathematiker Benoit B. Mandelbrot und wird nach ihm »Mandelbrot-Menge« genannt. Wegen ihres besonderen Erscheinungsbildes wurde ihr auch der Spitzname »Apfelmännchen« verpaßt.



gur stellt die Ergebnisse einer großen Zahl von Berechnungen grafisch dar. Wie bei Computergrafiken (und Fernsehbildern) üblich, besteht ein Bild aus vielen Tausend einzelnen Punkten, die jeweils eine unterschiedliche Zahl in einem Koordinatensystem repräsentieren. Um die Apfelmännchenfigur zu erhalten, führt man mit jeder dieser Zahlen die mathematische Rückkopplung einer nichtlinearen Gleichung durch. Als Ergebnis dieser Rechnung wird dann entschieden, ob der Ausgangspunkt der Grafik gezeichnet wird oder nicht. Hinter dem Begriff Rückkopplung versteckt sich ein einfaches mathematisches Prinzip, ein Rechenergebnis wird wieder in dieselbe Berechnungsformel als neuer Startwert »eingefüttert«. Solche Un-

tersuchungen sind in großem Umfang möglich, seit Computer als »Rechenknechte« zur Verfügung stehen.

Das Prinzip einer Apfelmännchen-Computergrafik



Die Apfelmännchenformel ist von denkbar einfacher Art, nämlich quadratisch. Es gehört zu Mandelbrots überraschenden Ergebnissen, daß man zur Erzeugung von komplexen Figuren keineswegs komplizierte Formeln benötigt. Die Iterationsgleichung zur Erzeugung des Apfelmännchens enthält nur zwei Variablen z und c. Der einzelne Rechenschritt besteht darin, die Ausgangszahl z zu quadrieren und anschließend eine Konstante c abzuziehen. Die so erhaltene Zahl ist der Wert z für die nächste Runde. Als Formel ausgedrückt: $z < - z^2 - c$.

Interessante grafische Effekte erhält man allerdings erst, wenn man z und c als »komplexe Zahlen« interpretiert. Solche bestehen jeweils aus zwei Komponenten, reell und imaginär genannt, die nach einfachen Regeln zu berechnen sind. Die beiden Komponenten der Zahl c korrespondieren mit den beiden Koordinatenrichtungen in der Zeichnung.

Das kurze PASCAL-Programm, das in ähnlicher Form auf allen grafikfähigen Computern laufen kann, zeigt, wie man mit relativ wenig Aufwand die Apfelmännchengrafik erzeugt. Wie in jedem PASCAL-Programm müssen zuerst Konstante, Variablen und Prozeduren (Unterprogramme) definiert werden, mit denen man dann arbeiten kann.

Die Prozedur *SetzeBildPunkt* beschreibt, wie man einen einzelnen Punkt auf dem Bildschirm färbt. Sie muß bei verschiedenen Computern unterschiedlich formuliert werden. Zuerst legt man die Werte der Bildgrenzen fest; will man nur einen Ausschnitt des Bildes betrachten, hier andere Daten für links, rechts usw. eingeben. Dann folgt die eigentliche *Arbeit*. In zwei verschachtelten *for*-Schleifen wird jeder Bildschirmpunkt aufgesucht. In

einer dritten Schleife (von *repeat* bis *until* ...) findet die mathematische Rückkopplung statt. Anschließend wird entschieden, ob als Ergebnis der Rechnung der Punkt auf dem Bilschirm gezeichnet wird (an dieser Stelle könnte man auch eine Farbinformation festlegen). Damit man anschließend die Grafik weiterbearbeiten und drucken kann, wird sie auf einer Diskette gespeichert.

```
program ApfelMaennchen;
 const
  breite = 300;  hoehe = 300;
  grenze = 100.0;
 var
  zReell, zImag, cReell, cImag: Real;
  Links, Rechts, Unten, Oben: Real;
  Wiederholungen: Integer;

 procedure SetzeBildPunkt (x, y: Integer);
 begin
  moveto(x, y); line(0, 0);
 end;

begin
 Links := -0.75;  Rechts := 2.25;
 Unten := -1.5;   Oben := 1.5;
 Wiederholungen := 21;

 for x := 0 to Breite do begin
  cReell  := Links + x * (Rechts - Links) / Breite;
  for y := 0 to Hoehe do begin
   cImag   := Unten + y * (Oben - Unten) / Hoehe;
   zReell  := 0.0;   zImag   := 0.0;
   zRhoch2 := 0.0;   zIhoch2 := 0.0;
   i := 0;
   repeat
    zImag   := 2 * zImag * zReell - cImag;
    zReell  := zRhoch2 - zIhoch2 - cReell;
    zRhoch2 := zReell * zReell;
    zIhoch2 := zImag * zImag;
    i := i + 1;
   until (i = Wiederholungen) or (zRhoch2+zIhoch2 > grenze);
   if odd(i) then SetzeBildPunkt(x, y);
  end;
 end;

 Savedrawing('Apfelmaennchen');
end.
```

Die mathematischen Grundlagen und viele Beispielprogramme sind enthalten in: K.-H. Bekker/M. Dörfler: *Dynamische Systeme und Fraktale*, Vieweg Verlag.

Luchterhand Literaturverlag

Alice Schwarzer
Warum gerade sie?

Weibliche Rebellen. 15 Begegnungen mit berühmten Frauen
Alice Schwarzer hat immer wieder die Form des Gesprächs gewählt, um Frauen, die für andere Frauen Vorbilder sind, zu porträtieren. Dieser Band enthält Porträts von Frauen, die in den verschiedensten Bereichen im Licht der Öffentlichkeit stehen oder standen: Domenica, M. Mitscherlich-Nielsen, Pina Bausch, Elfriede Jelinek und andere.
276 Seiten. Gebunden. DM 28,–

Schau ins Land

Ein Foto-Lese-Buch über die DDR
Eine faszinierende Bestandsaufnahme: Ansichten aus dem anderen deutschen Staat – den Bildern sind Texte von Autoren der DDR zur Seite gestellt, die größtenteils eigens für dieses Buch geschrieben wurden.
240 Seiten. Leinen.
ca. 200 Fotos. ca. DM 48,–

Franz Hohler
Der neue Berg

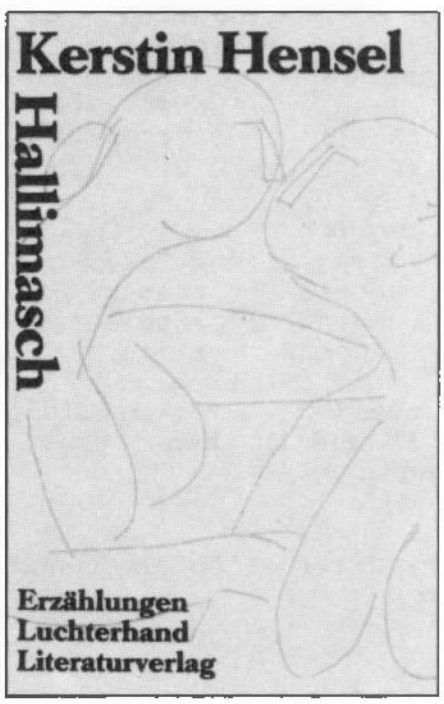
Es herrscht Ruhe im Land – so scheint es. Doch der Alltag ist bankrott, und die Natur hält nicht mehr still, sie lehnt sich gegen den achtlosen Umgang mit ihr auf. Der Schweizer Schriftsteller und Kabarettist Franz Hohler hat seinen ersten Roman geschrieben, und einen ungewöhnlich spannenden und hellsichtigen dazu.
Roman. 440 Seiten.
Leinen. DM 36,–

Gabriele Wohmann
Kassensturz

27 neue Erzählungen von Gabriele Wohmann, 27 Geschichten vom mühsam verteidigten bürgerlichen Alltagsfrieden und von den heimlichen, zerstörerischen Fluchtversuchen. Glück? Dieses Wort wird nur zum Spaß in den Mund genommen.
Erzählungen.
256 Seiten. Leinen. DM 29,80

gerhard falkner
wemut

»Gerhard Falkner gehört unter den Jüngeren gewiß zu denen, die nicht nur ein Versprechen sind, sondern sich schon unverwechselbar in die gegenwärtige Literatur eingeschrieben haben.« Aus der Laudatio anläßlich der Verleihung des Bayerischen Staatsförderpreises.
Gedichte. 176 Seiten
Broschur. DM 26,–



Auf Anhieb hat Kerstin Hensel einen ganz unverwechselbaren eigenen Ton gefunden, provokant, von spröder Skepsis, rigoros: eine der herausragenden Nachwuchsbegabungen der DDR.
Erzählungen. 152 Seiten
Engl. Broschur. DM 24,–

Wolfgang Coy
Dem Wahren, Schönen, Guten
Die künstlerische Botschaft der Mathematik

Formale Ästhetik

Ästhetische Qualitäten scheinen sich der quantifizierenden Messung zu entziehen: Ob *Casablanca* schöner ist als *A Night in Casablanca* oder ob man lieber in die Kneipe geht, hängt vor allem von den jeweiligen Stimmungen der Betrachter ab. Für die naturwissenschaftlich-mathematische Weltanschauung ist diese chaotische Subjektivität eine klare Herausforderung. Ihrer platonischen Tradition folgend hat sie seit Jahrhunderten in der Logik eine objektiv vermeßbare Bestimmung der Qualität ›Wahrheit‹ versucht. Diese Suche war trotz gewisser Überraschungen nicht völlig erfolglos. Warum sollte sich also die Qualität der ›Schönheit‹ einer solchen Herangehensweise verschließen?

1931 legte der damalige Präsident der *American Mathematical Society* und des wissenschaftlichen Dachverbands der *American Association for the Advancement of Science*, George David Birkhoff, eine Studie zur Bestimmung des ästhetischen Maßes einfacher geometrischer Figuren vor. Ihre Grundannahme ist: Ordnung erhöht den ästhetischen Reiz, Komplexität vermindert ihn. In einer Kurzformel ausgedrückt, legte Birkhoff für das Maß M die Beziehung M = O/C fest, womit eine quantitative Anordnung ästhetischer Messungen M möglich wird – sofern man die Werte O der Ordnung und C der Komplexität der untersuchten Kunstobjekte quantitativ bestimmen, also messen kann.

»Die typische ästhetische Erfahrung kann durch drei aufeinanderfolgende Phasen beschrieben werden, nämlich:

(1) eine vorläufige Bemühung, das Objekt zu erfassen, die der Komplexität C proportional ist;

(2) das Gefühl der Entzückung, das ästhetische Maß M, das diese vorläufige Bemühung belohnt; und schließlich

(3) die Wahrnehmung, daß das Objekt eine gewisse, mehr oder minder verborgene Harmonie, Symmetrie oder Ordnung O verkörpert, die notwendig, wenn nicht gar hinreichend für die ästhetische Erfahrung ist.«[1]

Als mehr praktischen Ratschlag teilt Birkhoff zur Entwicklung konkreter ästhetischer Maße mit: »Indeed, in all art, whether Eastern or Western,

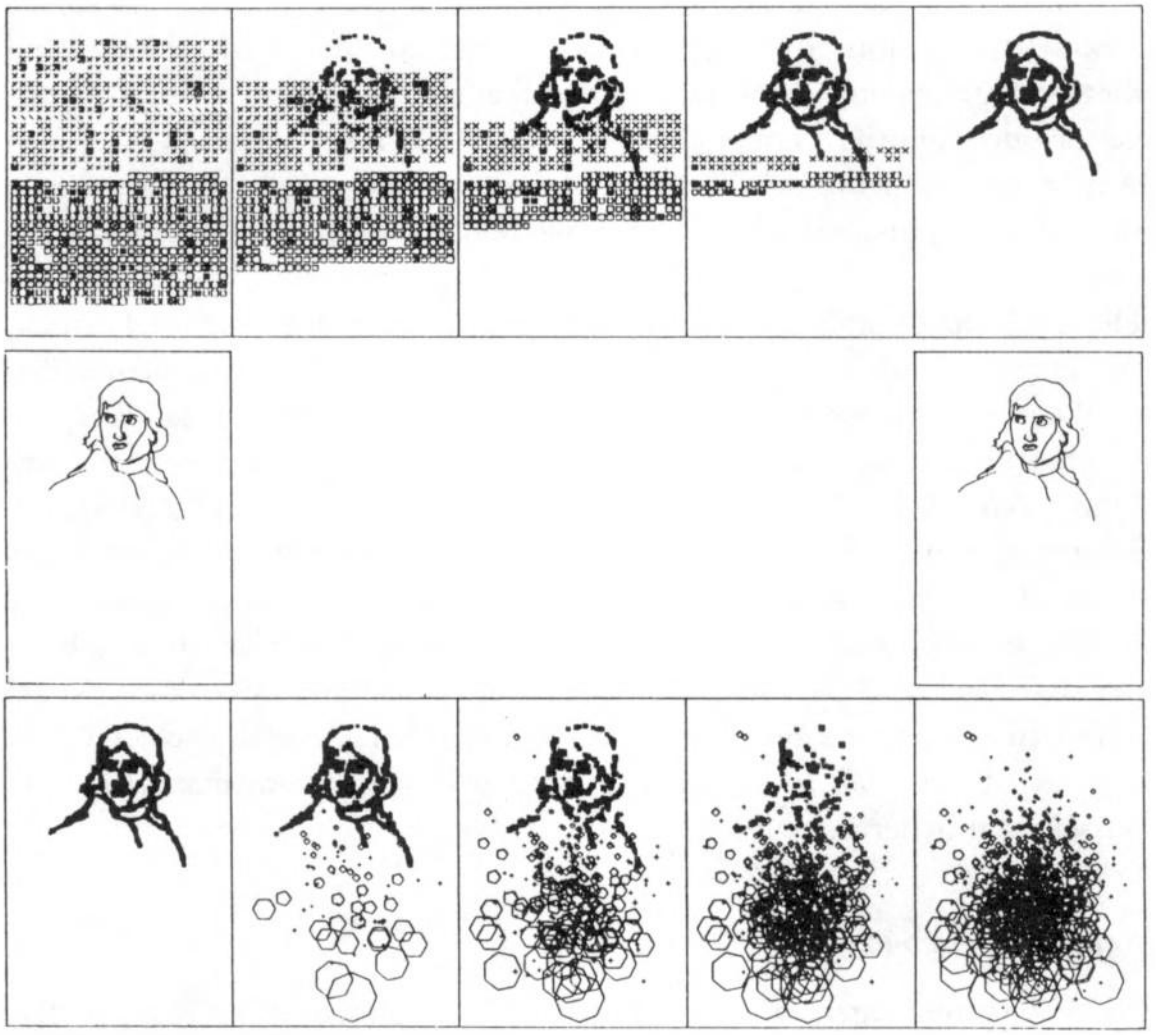
obvious symmetry tends to become tiresome.«[2] (Wahrscheinlich eine Stichelei gegen die Physiker, die noch immer nach symmetrischen Naturgesetzen suchen.)

In der Birkhoffschen Originalarbeit[3] werden Maßverfahren für Ordnung und Komplexität einfacher Polygone nach der Formel M = (V+E+ R+HV−F)/C vorgeschlagen. Die 90 untersuchten Polygone reichen vom Quadrat mit dem höchsten ästhetischen Maß 1,5 über das Hakenkreuz (mit schlappen 0,3) bis zu verqueren Vielecken mit dem Maß 0. Birkhoff erweiterte seine Maßtheorie auf andere ästhetische Grundobjekte wie Vasen, Gedichte und einfache musikalische Formen. Die fröhlichen Wissenschaftler der experimentellen Psychologie haben sich vereinzelt dieser Theorie angenommen und versucht, ihr eine empirische Basis zu verschaffen, doch scheinen ihnen Beweise des Birkhoffschen Diktums M = O/C versagt geblieben zu sein. Birkhoff ist bei seiner Vermessung des Schönen nicht stehengeblieben; er hat mitten im Zweiten Weltkrieg auch Ansätze einer Maßtheorie des Ethischen umrissen, in der er auf die Möglichkeit einer ethischen Begründung der Rassenlehre eingeht.[4]

In der Bundesrepublik fand die Birkhoffsche Maßzahl Resonanz in den informationsästhetischen Arbeiten von Max Bense und seinen Schülern. »Nur eine solche rational-empirische, objektiv-materiale Ästhetikkonzeption kann das allgemeine spekulative Kunstgeschwätz der Kritik beseitigen und den pädagogischen Irrationalismus unserer Akademien zum Verschwinden bringen.«[5] Benses Position formuliert einen wesentlichen Baustein der in der Ulmer Hochschule für Gestaltung entwickelten neo-rationalistischen Position, die sich aus dem schwarzbraunen Gedankengut der Adenauerrepublik wohltuend abhebt. Praktische Erfolge sind der analytischen Position dieser Ästhetik jedoch versagt geblieben.[6] Die Benseschen Ansätze blieben nicht bei einer analysierenden, quantitativ bewertenden Ästhetik im Sinne Birkhoffs stehen; sein beharrlicher Hang zur Moderne führte in der Mitte der sechziger Jahre mit den Arbeiten seiner Schüler Frieder Nake und Georg Nees zu den ersten Ansätzen einer synthetischen Maß-Ästhetik: zur Geburt der computergenerierten Grafik.

Nakes 1969 mit dem Rechner erzeugte Bildfolge »Napoleon als Struktur – Gestalt – Chaos«[6], die auf der unvollendeten Napoleonskizze des Revolutionsmalers David fußt, propagiert die Grundbegriffe der Benseschen Maß-Ästhetik. Die Bildfolge entsteht durch zufällige, vom Rechner erwürfelte, aber in ihren Grenzen und Bewegungsformen vorbestimmte Variation einer zur Strichzeichnung vereinfachten Fassung des Davidschen Bildes. Gestalt wird aus einer Struktur entwickelt und zerfällt ins vom Rechner gewürfelte Chaos. Kunst wird als zufälliger, aber in seinen Grenzen und Bewegungen

determinierter, notwendiger Prozeß dargestellt. Nakes »Napoleon« ist Computerkunst. Und das soll heißen: Die Bildfolge ist Ergebnis eines künstlerischen Prozesses, der mit Hilfe eines Computerprogramms entfaltet wurde. Der ästhetische Imperativ dieses prozeßhaften Kunstverständnisses heißt: »If you desire to see, learn to act.«[7]



Frieder Nake, Napoleon als Struktur – Gestalt – Chaos, 1969

Napoleon und Neo-Platon

Mit dieser Betonung des Prozeßhaften ist Nakes »Napoleon« im Rahmen der Computerkunst eine Ausnahme. Spätere Arbeiten, insbesondere wenn sie von Mathematikern stammen, ignorieren den imaginativen Prozeß der Kunsterzeugung zugunsten einer mehr betrachtenden (neo-)platonischen Variante, die auf die Entdeckung vorhandener formaler Schönheit abzielt. »Wenn also die Geometrie uns nötigt, das *Sein* zu betrachten, so ist sie uns von Nutzen, wenn aber das *Werden*, dann hat sie keinen Nutzen«, heißt es in den platonischen Dialogen, und Platons Sokrates wünscht auch, »daß

diese Erkenntnis auf das *ewig Seiende* geht, nicht aber auf dasjenige, was bald entsteht und wieder vergeht«. In der anschauenden Geometrie scheint dies gesichert, und so antwortet Glaukon: »Damit hat es keine Not; denn die geometrische Erkenntnis bezieht sich auf das immer Seiende.«
Aus platonischer Sicht ist die Kunst im Kern eine Nachahmung und Annäherung an eine bereits vorfindbare Realität, deren Strukturen als solche schön (oder chaotisch) sind. Kunst als Imitation der Wirklichkeit kann dieser vorgefundenen Schönheit nur nacheifern; ihre expressiven Leistungen werden ignoriert. Diese platonische Haltung zeigt sich auch bei vielen Anhängern mathematisch induzierter Computerkunst, die im Chaos mathematischer Funktionsbilder Harmonie und Schönheit zu entdecken glauben.
Die mathematische Beschreibung der idealisierten geometrischen Formen, des Quadrats, des Kreises, des Würfels oder der Kugel, kommt dem platonischen Ideal des Schönen am nächsten. Unter den geometrischen Körpern werden Vielflächner mit ausgewogenen Proportionen zum Ideal erhoben. Fünf solche Polyeder bilden die Klasse der platonischen oder kosmischen Körper, denen die Elemente zugeordnet werden: Tetraeder beschreiben das Feuer, Oktaeder die Luft, Ikosaeder das Wasser, Würfel die Erde. Der Dodekaeder schließlich beschreibt das Universum. Alle platonischen Körper lassen sich von einer Kugel derart einhüllen, daß ihre Ecken diese Kugel berühren. Geometrische Formen verkörpern den metaphysischen Glaubenssatz der *Einheit in der Vielfalt*, Strukturprinzip mathematisch-naturwissenschaftlicher Forschung.

Keplers Harmonia Mundi

Die Vorstellung einer zu entdeckenden und zu betrachtenden Realität statt einer veränderbaren, konstruierbaren Realität prägt die mittelalterliche und den Beginn der neuzeitlichen Naturwissenschaft, bei Kepler wie bei Newton (die beide eine heftige Neigung zur Magie pflegten). In dieser Denkweise befangen, aber dem Kopernikanischen Weltbild verpflichtet, gibt Kepler eine faszinierende Erklärung der geometrischen Natur der Planetenbahnen. Er geht von der Vorstellung aus, das solare Planetensystem sei eine Verkörperung der fünf kosmischen oder platonischen Körper, wobei die Sonne und jede der sechs (damals) bekannten Planetensphären eine Kugel bilden. Zwischen den Planetensphären siedelt Kepler die platonischen Körper an: »Die Erdbahn liefert die Sphäre, welche das Maß aller übrigen bildet. Um diese Sphäre beschreibe ein Dodekaeder. In der Sphäre, welche diese umschließt, liegt die Bahn des Mars. Um die Marssphäre beschreibe

man ein Tetraeder. Eine diesem Körper umschriebene Kugelfläche würde die Bahn des Jupiter enthalten. Letztere umschließe mit einem Würfel, die umschriebene Sphäre enthält die Bahn des Saturn. Ferner errichte innerhalb der irdischen Sphäre ein Ikosaeder; die demselben eingeschriebene Kugelfläche enthält die Bahn der Venus. Beschreibt man innerhalb ihrer Sphäre ein Oktaeder, so umschließt die letztere die Sphäre des Merkur.« Geometrische Harmonie im Chaos!
Im folgenden Jahrzehnt wurde Kepler freilich an Hand der umfangreichen Messungen Tycho Brahes gewahr, daß die Planetenbahnen entgegen der kopernikanischen Vermutung keine Kreisbahnen, sondern Ellipsen sind. Ein harter Schlag für die platonische Konstruktion der Weltharmonie.

Ordnung & Zufall

Harmonisches Erkenntnisstreben bestimmt auch die folgenden Jahrhunderte naturwissenschaftlichen Denkens. Zu den besonderen Herausforderungen dieses Denkens gehört die Erfahrung ›zufälliger Ereignisse‹ und – dahinter versteckt – immer wieder die Erklärung des freien Willens in einer mechanischen Weltsicht. Die mathematische Fraktion der Wahrscheinlichkeitstheoretiker erklärt die Zufälligkeit erst einmal bloß als Ergebnis von Prozessen gleicher Wahrscheinlichkeit. Hegel konstatiert dies als Dialektik von Zufall und Notwendigkeit: »Das Zufällige als unmittelbare Wirklichkeit ist zugleich Möglichkeit eines Anderen.« Und Friedrich Engels buchstabiert: »daß das Zufällige einen Grund hat, *weil* es zufällig ist, und ebenso auch keinen Grund hat, weil es *zufällig* ist«. Albert Einstein hofft dagegen, daß der Zufall letztlich determiniert ist, denn: »Gott würfelt nicht!« Doch die Mikrophysik der Elementarteilchen hat Einsteins Hoffnung auf klare Determinanten vorerst schwinden lassen. Das zufällige Eintreffen elementarer physikalischer Ereignisse scheint einen Blick in ein letztlich chaotisches Universum zu eröffnen, in dem wir nur einige wenige Ordnungsstrukturen erkennen und als Gesetze der herrschenden Natur interpretieren können. Zufälligkeit wird dabei eine Erscheinungsform des Unendlichen, der unendlichen Vielfalt möglicher Entwicklungen.
Im großen und ganzen ist die Akzeptanz des Zufälligen, Chaotischen als Nicht-Berechenbaren, Nicht-Vorhersagbaren herrschende Meinung in naturwissenschaftlichen Kreisen geworden. Es gibt freilich auch widerständige Mindermeinungen, die dem Chaos seine Existenz absprechen wollen. Bei der Interpretation ›zufälliger Ereignisse‹ haben A. Kolmogoroff und neuerdings G. Hotz[9] vorgeschlagen, Zufälligkeit als hohe Berechnungskomplexität der unterliegenden Gesetze zu interpretieren. Chaos wird

demzufolge dann empfunden, wenn die materiellen Mittel zur Vorhersage dieser Ereignisse nicht mehr hinreichen.

Rekursiv und Iterativ

Daß man eine mathematische Funktion nicht einfach berechnen kann, ja, daß man sie oft gar nicht berechnen kann, ist eine Erkenntnis dieses Jahrhunderts. Konzeptionell wurde die Definition der mathematischen Funktion weit gefaßt, so daß es keine Mühe bereitet, über formale Abbildungen zwischen endlichen wie unendlichen Mengen von Zahlen oder anderen Objekten zu reden. Die Berechnung einer Funktion verlangt dagegen die Angabe einer ausführbaren Rechenvorschrift. Dieser Aspekt wird in der Theorie der Berechenbarkeit untersucht, einem Aspekt der mathematischen Logik und der theoretischen Informatik. Zu den einfachsten Berechnungsmethoden gehören die Grundrechenarten. Doch die methodischen Grundpfeiler der modernen Mathematik (und der zugrundeliegenden Logik), mit denen die Berechenbarkeit zum Griff ins chaotisch Unendliche wird, sind Induktion und Rekursion.

Die *Induktion* dient ursprünglich als Methode der Beweisführung über unendlich viele Fälle. Um sie durchzuführen, muß man die Fälle durchnumerieren können: Erster Fall, zweiter Fall, dritter Fall, ..., i-ter Fall, i+1-ter Fall usf. *ad infinitum*. Ein nicht-induktiver Beweis müßte nun die Gültigkeit jedes einzelnen Falles dieser unbegrenzten Kette beweisen, doch im Induktionsbeweis wird dies verallgemeinert. Dazu werden zwei getrennte Beweisschritte ausgeführt. Einmal ist die Gültigkeit der Behauptung für den ersten Fall zu beweisen. Alle anderen Fälle werden durch einen einzigen Beweisschritt erfaßt, in welchem zu zeigen ist: »Ist der i-te Fall bewiesen, so folgt daraus, daß auch der i+1-te Fall gilt.« Sind beide Teilaussagen bewiesen, so ist die unbegrenzte Kette des ersten Falles und aller folgenden bewiesen. Der Beweis des ersten Falles heißt *Induktionsanfang;* aus ihm folgt der Beweis des zweiten Falles, da der Satz »Aus dem Beweis des ersten Falles folgt der Beweis des zweiten Falles« angewendet werden kann. Und nun geht es hurtig weiter: Aus dem zweiten Fall folgt der dritte, aus dem dritten der vierte usw. ohne Grenzen – 1,2,3,... Unendlichkeit. Dieser Prozeß heißt *Induktionsfolge*. Induktionsanfang und Induktionsfolge bilden den vollständigen Induktionsbeweis.

Kehrt man die Induktionsfolge um, so läßt sie sich auch in der Form »Um den i+1-ten Fall zu beweisen, muß der i-te Fall bewiesen sein« schreiben. Die fortschreitende Induktion wird so zur Rekursion, und die Theorie der Berechenbarkeit heißt deshalb auch *Rekursionstheorie*. Erst durch den for-

malen Apparat der Rekursion wird der Computer zum vielseitigen Instrument, das nicht nur spezielle Aufgaben maschinell lösen hilft, sondern zu universellen Berechnungen programmiert werden kann.
Hegel, der sein Mathematik- und Logiklehrerdasein am Gymnasium von Nürnberg haßte, erkennt in diesem mühsamen und schlichten Kriechgang »das schlechte Unendliche des Verstandes«, der so nicht zur Vernunft werden kann. Hegel nennt dies treffend das *verendlichte Unendliche*[10], wobei er die Schlichtheit dieser Prozesse dem komplexen Unendlichen der Vernunft entgegensetzt, das sich gerade nicht durch einfache Gesetzmäßigkeiten beschreiben läßt. In dieser Schlichtheit der Bildungsgesetze liegt die Beschränkung des rekursiven Zugriffs auf das Unendliche. ›Verendlichung des Unendlichen‹ als Erkenntnis und Ordnung chaotischer unendlicher Struktur ist der rationale Kern der Mathematik des Unendlichen, von der Infinitesimalrechnung über den Induktionsbeweis bis zur Rekursionstheorie, den rekursiven Strukturen der fraktalen Geometrie und den kybernetischen Modellen der Selbstorganisation.
Die Rekursion ist kein rein formales Gedankengebilde, sie hat materiale Entsprechungen in Technik und Natur. »Als Kind verlor ich mich immer in die Bilder auf Reklamen, wo Kinder Kekse aus einer Büchse naschen, Mütter Suppe aus einer Packung auftischen, auf der sich das gleiche Bild wiederholt, ins Unendliche. Manchmal konnte ich noch ein fünftes oder gar sechstes Kind ausmachen, eine vierte Mutter, die der Familie lächelnd die Suppe aufzwang, ich wußte, daß es da nicht endet – so viele Kekse hatte die Fabrik nicht gebacken. Ich frage dich: wenn jedes Kind eine Büchse mit zwanzig Keksen hält – und das Ganze wiederholt sich unendlichmal, wovon gibt es mehr, Kinder oder Kekse, Mütter oder Suppenwürfel?«[11] Die Rekursion ist in schlichter, sich stets wiederholender Unendlichkeit auch ein Prozeß der *Selbst-Ähnlichkeit;* darin unterscheidet sie sich von chaotischer Vielfalt und Beliebigkeit.
Hat das technische Artefakt Keksdose eine Grenze der drucktechnischen Auflösung, so endet dies bei manchen physikalischen Prozessen erst in der mikroskopischen Struktur der Materie: Dan Sandin richtet um 1974 eine Kamera auf einen Bildschirm, der das von der Kamera aufgenommene Bild zeigt. Ist es hinreichend dunkel, so bleibt der Bildschirm dunkel. Bringt man jedoch ein Streichholz zwischen Kamera und Bildschirm, so wird mit diesem optischen Induktionsanfang eine Folge Bild-der-Flamme, Bild-des-Bildschirms-mit-der-Flamme, Bild-des-Bildschirms-mit-dem-Bild-des-Bildschirms-mit-der-Flamme usf. induziert, das schnell in eine purzelnde kaleidoskopische Bildfolge übergeht, die der initialen Streichholzflamme nicht mehr bedarf.[12]

Interessant an Sandins Experiment ist, daß die Rekursion hier nicht Zahlenfolgen verknüpft, sondern Bildfolgen. Rekursion kann also in einer oder mehreren Dimensionen erfolgen. Es gibt geometrische Rekursionen, Rekursionen in Bildern. M. C. Escher hat in vielen seiner Grafiken diesen Aspekt der geometrischen Selbst-Ähnlichkeit aufgegriffen.

Wie lang ist die Küste Britanniens?

Mit der Kybernetik und der Mathematisierung der Biologie wurde der Aspekt der Selbst-Ähnlichkeit rekursiver Funktionsbauteile aufgegriffen und zur Dynamik selbst-organisierender Systeme, der Auto-Poiesis erweitert. Die rekursive Bauart autopoietischer physikalischer oder biologischer Systeme erklärt komplexe Organisationsformen der Materie aus der dynamischen Anwendung einfacher iterativer oder rekursiver Regeln. Der Bau einfacher Pflanzen läßt ihre rekursive Bauart erkennen: Algen und Farne bilden schöne Beispielklassen solcher Strukturen. Auch Schneeflocken sind geometrisch rekursiv aufgebaut. Trotz des komplexen Aussehens einer Schneeflocke ist ihr geometrisches Bildungsprinzip einfach. A. K. Dewdney beschreibt diese geometrische Rekursion mit den Worten: »Things go on this way forever; infinitely various and frighteningly lovely.«[13]
In der mathematischen Forschung wurden diese Erfolge der Kybernetik nur zögernd zur Kenntnis genommen. Erfolgreiche Anwendungen der Algebra in der ganzen Mathematik bis hin zur Formalen Logik, der Berechenbarkeit und der algebraischen Geometrie haben die originäre geometrische Forschung an den Rand der Mathematik verdrängt. So erzählt Konteradmiral Grace Murray Hopper, die Erfinderin der ersten praktisch eingesetzten Computerprogrammiersprache, daß ihre Dissertation schon deshalb ohne Resonanz blieb, weil sie eine geometrische Beweisführung für ein algebraisierbares Problem verwendete. Doch Verdrängungen rächen sich bekanntlich. Für die algebraisch kolonisierte Geometrie ergab sich aus der Kooperation mit der Rekursion die Möglichkeit für eine neue Blüte. Benoît B. Mandelbrot griff 1967 ein geometrisches Phänomen auf, das schon andere vor ihm beobachtet hatten: Benachbarte Länder messen ihre gemeinsame Grenze unterschiedlich lang, wenn die beiden Länder verschieden groß sind. Spaniens Grenze zu Portugal ist 987 km lang, aber Portugals Grenze zu Spanien umfaßt 1214 km (jeweils nach den nationalen Lexika). Belgiens Grenze zu den Niederlanden beträgt 449 km, aber die Grenze der Niederlande an Belgien ist bloß 380 km lang. Mandelbrots Aufsatz »Wie lang ist die Küste Britanniens?« schlägt eine Lösung für dieses Meßproblem vor, das offensichtlich dadurch entsteht, daß eine Kü-

sten- oder Grenzlinie, wenn sie natürlich bedingt und nicht durch einen politischen Federstrich entstanden ist, gar keine definitive Länge hat, sondern mit immer feinerem Maßstab immer länger wird, ohne einem Fixpunkt der Länge zuzustreben. Mit gutem Recht kann man also sagen, daß die Küste Britanniens unendlich lang ist, ebenso lang wie die Grenze zwischen der DDR und der Bundesrepublik: Endliche Gebilde können unendlich lange Grenzen besitzen.
Mandelbrots geometrischer Lösungsvorschlag ist die Einführung von Kurven gebrochener Dimensionen, die er *Fraktale* nennt. Eine Gerade ist topologisch von der Dimension eins, eine Fläche von der Dimension zwei. Beschreibt aber eine Kurve einen flächigen Umriß mit einer bestimmten Körnigkeit, wie dies bei den Umrissen natürlicher Objekte der Fall ist, so ist es nützlich, sie nicht bloß als Kurven der Dimension eins zu beschreiben, sondern die Granulation ihres Baus zu betrachten. Dies führt bei Kurven zu fraktalen Dimensionen (auch Hausdorff-Besicovitch-Dimensionen genannt), die als Bruchwerte zwischen 1 und 2 geschrieben werden. Mathematisch lassen sich sogar Kurven, wie etwa die um 1900 gefundene Peano-Kurve, konstruieren, die eine Ebene beliebig dicht ausfüllen und so zur zweiten Dimension vorstoßen.
Rekursive fraktale Beschreibungen erlauben unaufwendige Konstruktionen unendlich feiner Strukturen – ein Problem, mit dem die Computergrafik große Schwierigkeiten hat. Um Wolken, Wellen, Wälder oder Gebirge zu malen (oder zu konstruieren), genügen – zumindest für den oberflächlichen ersten Blick – einfache fraktale Rekursionsgleichungen. Wolken, Wellen und Berge sind optisch einfach – und mit fraktalem Blick wissen wir jetzt auch, warum. Neue Meisterwerke der Kunst, der Musik, des Texts oder der Malerei bedürfen wohl mehr als einfacher Rekursion, und vielleicht ist es die simple Struktur der vielfältig verarbeiteten Rekursion, die Eschers handwerklich perfekten Grafiken eine künstlerische Beschränktheit auferlegt.

Chaos

Die einfachsten Formen mathematischer Rekursion sind konstante und lineare Rekursion. Beide Formen kommen bei der Modellierung von Wachstumsprozessen in der Physik und anderen Naturwissenschaften, in der Technik, aber auch in der Ökonomie häufig vor. Bei der konstanten Rekursion wird während jeder Zeitspanne eine Quantität z um den gleichen Anteil erhöht. Man kann zum Beispiel jeden Monat fünf Mark in das Sparschwein werfen, dessen Inhalt so gleichmäßig anwächst. Diese konstante Wiederholung wird durch die Rekursionsgleichung $z \leftarrow z+5$ beschrieben.

Bei linearer Wiederholung wird eine Quantität in gleichen Zeitabständen nicht bloß um eine feste Summe, sondern um einen festen Faktor vermehrt, was bereits zu einem exponentiellen Wachstum führt: das bekannte Problem des *Club of Rome*-Berichts. Auch dieser dynamische Prozeß läßt sich durch eine Rekursionsgleichung beschreiben, z. B. als z←2*z. Nach jedem Zeitabschnitt verdoppelt sich die Quantität z. Von dieser Art exponentiellem Wachstum ist die Zinseszinsrechnung, die im letzten Jahrhundert anschaulich als *politische Arithmetik* gelehrt wurde: Bei normalen Sparguthaben mit 3 Prozent verdoppelt sich das Ersparte alle 23 Jahre (während 4 Prozent Inflation die Preise in 17 Jahren verdoppelt). Mathematisch ist die Dynamik linearer Rekursion noch recht leicht beherrschbar.

Wesentlich komplexer ist die Dynamik nicht-linearer Rekursionsgleichungen, deren zeitliche Entwicklung nicht ohne weiteres vorhersehbar ist. Bei einigen nichtlinearen Wachstumsprozessen ergibt sich ein Grenzverhalten, das durch einen *Fixpunkt* oder *Attraktor* beschrieben wird. Bildet man z. B. eine nichtlineare Zahlenfolge, indem man wiederholt die Quadratwurzel aus einer Zahl z größer als eins zieht, $z \leftarrow \sqrt{z}$, so wandern die berechneten Werte unweigerlich gegen 1. Man kann diesen Wanderprozeß mit einem Taschenrechner leicht nachvollziehen; er läßt sich auch mathematisch beweisen. Beginnt man etwa mit der Zahl 256, so ergeben sich der Reihe nach die Werte $\sqrt{256} = 16$; $\sqrt{16} = 4$; $\sqrt{4} = 2$; $\sqrt{2} = 1{,}41 \ldots$ Von dieser Stelle an können wir die Folge F nur noch annähernd berechnen: 1,41; 1,18, 1,09; 1,04; 1,02; 1,01 usw. Der Grenzwert 1 zieht die Folge F an sich, er kann deshalb auch *Attraktor* genannt werden. Der Attraktor 1 gilt natürlich auch für den Anfangswert 1, ebenso für Werte, die zwischen 0 und 1 liegen (für negative Werte ist kein reeller Wert der Wurzel definiert).

Attraktoren sind ein Griff ins Unendliche. Prozesse, deren Dynamik unendlich anhält, lassen sich trotzdem an Hand ihres Grenzwertes klassifizieren, der einem festen Punkt zustrebt oder beliebig groß oder beliebig klein wird. Die Verwandtschaft rekursiv berechneter Grenzwerte zu periodischen Zahlenentwicklungen wird sichtbar. Auch hier wird ein Grenzwert berechnet, und die Schritte werden ab einer gewissen Schranke völlig gleichförmig. 7/3 strebt dem Fixpunkt 2,333333 ... mit der Periode 3 zu, 1/7 strebt dem Fixpunkt 0,142857142857 ... mit der periodischen Zahlenfolge 142857 zu.

Manchmal läßt sich, wie im Falle der Quadratwurzel, eine allgemeine Lösung der Rekursionsgleichung angeben (also hier für $z_0 > 0$ die Fixpunktlösung 1). Doch die meisten Rekursionsgleichungen lassen sich nicht derart geschlossen lösen, sondern müssen Schritt für Schritt untersucht werden. Wegen der zwar einfachen, aber langwierigen Rechenvorgänge werden

diese nichtlinearen Folgen erst mit dem bequemen Zugang zu Computern umfangreicher untersucht. Bisher sind nur wenige dieser Rekursionsgleichungen erforscht. Zu den Berühmtheiten gehört die gleichfalls sehr einfache quadratische Rekursionsgleichung $z \leftarrow z^2 + c$ (mit den komplexen Zahlen z, c), die zuerst von Gaston Julia und Pierre Fatou während des Ersten Weltkriegs untersucht wurde. Auch hier treten für manche Anfangswerte z_0 letztlich Fixpunkte auf, für andere nicht. Stellt man dieses Fixpunktverhalten zweidimensional in der komplexen Zahlenebene dar, so entsteht das beliebte Bild des *Apfelmännchens* (etwas respektlos nach ihrem Entdecker Benoît B. Mandelbrot auch Mandelbrötchen genannt).
Eine gängige Vorstellung war bis in die sechziger Jahre, daß eine Folge entweder Fixpunkten zustrebe oder in unendlich große Werte abwandere. Doch die Tatsache, daß keineswegs alle unendlichen Dezimalbruchentwicklungen periodisch verlaufen, obwohl sie wohldefiniert sind (dies gilt für alle irrationalen Zahlen, also beispielsweise für π oder $\sqrt{2}$), induziert die Frage, ob alle dynamischen Rekursionsprozesse einem Fixpunkt (einschließlich $\pm\infty$) zustreben oder ob es noch andere dynamische Verhaltensweisen solcher Systeme gibt.
Bei der Modellierung von Wettermodellen fand der MIT-Meteorologe Edward Lorenz 1963 ein einfaches nicht-lineares Gleichungssystem aus drei Gleichungen. Die dynamische Berechnung des Gleichungssystems ergibt eine geometrische Figur, die an das Umkreisen einer dreidimensional gezeichneten 8 erinnert. Verblüffend für Lorenz und seine Nachfolger war, daß diese umschreibende Kurve keinen Fixpunkt ansteuerte, sondern sich stets wechselnd um die beiden Löcher der 8 bewegte. Dabei war keine Bahn einer der vorherigen gleich; die Funktionswerte wurden also auch nicht periodisch. Die Löcher der 8 waren offensichtlich zum Ersatz von Grenzwerten, zu Attraktoren geworden – allerdings seltsamen Attraktoren, da sie niemals erreicht und niemals in gleicher Weise umfahren wurden. Mit diesem einfachen Gleichungssystem, zu dem später viele weitere, darunter noch einfachere hinzukamen, war eine neue Variante chaotischen, nichtperiodischen, aber dennoch nicht beliebigen Verhaltens mathematischer Modelle gefunden. Und es fanden sich immer neue physikalische, technische, aber auch andere natur- und sozialwissenschaftliche Modelle, die sich ähnlich verhielten – darunter auch die seit Jahrhunderten bekannten, schon in der Galileischen Mechanik untersuchten Pendelbewegungen und die Malthusianischen Modelle des Bevölkerungswachstums.
Die Bahn des Endpunkts eines mechanischen Pendels ist bei kleinen Pendelausschlägen sehr genau vorherberechenbar. Die Bahn eines Pendels, das am Ende eines anderen Pendels aufgehängt wird, verläuft dagegen chaotisch

(wenngleich natürlich ein Attraktor, nämlich die stabile Ruhe, bekannt ist). Genausowenig lassen sich die Bahnen mehrerer sich gegenseitig anziehender Körper, etwa eines Planetensystems, vorherberechnen. Es ist mathematisch nicht einmal erkennbar, ob unser Planetensystem in absehbaren kosmischen Zeiträumen stabil ist. Auch hier ist nur ein langfristiger Attraktor bekannt, nämlich der endgültige Zusammenbruch des Systems, wenn die Reibung die Bahngeschwindigkeiten hinreichend absenkt – was im Weltall freilich dauern wird.

Geringfügigste Variationen des Anfangswertes, etwa durch die physikalisch stets präsenten Meßfehler, können so zu Störgrößen werden, die zu radikal verschiedenen Endergebnissen eines Rechenprozesses führen. Doch die physikalischen Vorgänge selber unterliegen diesen Störeinflüssen. Das Wetter scheint ein solcher Prozeß zu sein, der eine Vielzahl kurzzeitig stabiler Lagen in den uns bekannten Schwankungsbreiten zuläßt. In der mathematischen Chaostheorie hat sich so die Kurzformel eingestellt, daß der Flügelschlag eines Schmetterlings im Himalaja das Wetter in Bremen bestimmen kann. Andererseits müssen wir auch befürchten, daß das Drücken einer einzigen Spraydose das globale Wetter für immer aus den derzeitigen Schwankungsbreiten treiben kann. Mathematisch gibt es keine guten Gründe dafür, daß die Folge Frühling-Sommer-Herbst-Winter stets in den uns vertrauten Weisen ablaufen muß.

Eine unbeabsichtigte Nebenwirkung der mathematischen Erkenntnisse des chaotischen Verhaltens nicht-linearer dynamischer Systeme entwertet die Versuche, komplexe Systeme wie das Wetter, die Weltwirtschaft oder globale ökologische Phänomene zu simulieren. Vorhersagen, die aus solchen Modellen abgeleitet werden, sind angesichts möglichen chaotischen Verhaltens höchst problematisch. Kleinste Variationen der modellierenden Gleichungen oder der gewählten oder gemessenen Ausgangswerte können bei solchen Modellen extrem unterschiedliches Verhalten induzieren, so daß berechnete Vorhersagen weitgehend wertlos sind. Weltmodelle sind so wenig zuverlässig wie langfristige Wettervorhersagen.

Die klassische Annahme deterministischer Naturforschung ist das Postulat, daß gleiche Ursachen gleiche Wirkungen haben. Im physikalisch-technischen Alltag ist dies wegen der unvermeidlichen Meßfehler freilich nur in der Form »Annähernd gleiche Ursachen haben annähernd gleiche Wirkungen« umsetzbar. Im Geltungsbereich nicht-linearer dynamischer Systeme entbehrt diese Hoffnung jedoch jeglicher theoretischen Grundlage. Ebensowenig läßt sich die Vorstellung halten, daß mit besser angenäherten mathematischen Modellen immer besser angenäherte Ergebnisse einer Modellrechnung entstehen.

Zu den unangenehmen Besonderheiten dieser Erkenntnis gehört die Tatsache, daß im Rechner Meßwerte stets nur angenähert dargestellt werden können. Allein diese Grenze der Meß- und Rechengenauigkeit erschwert die Berechnung nicht-linearer dynamischer Vorgänge in weitaus höherem Maße als bisher angenommen.

Die mathematische Behandlung des Chaos hat viele verschiedene Entwicklungslinien genommen, und die historische Rektifizierung der Verdienste setzt erst ein. Auch für Wissenschaftshistoriker liegt hier ein aktuelles offenes Forschungsfeld. In dem kürzlich erschienenen Buch von James Gleick[14] heißt es dazu: »In der Hitze der Entdeckungen, vor allem gegen Ende der Siebziger, verstanden keine zwei Mathematiker, keine zwei Physiker Chaos in der exakt gleichen Weise. Ein Wissenschaftler, der mit klassischen Systemen ohne Reibung oder Dissipation vertraut war, hätte sich in einer Abstammungsreihe mit A. N. Kolmogoroff oder V. I. Arnold verstanden. Ein Mathematiker, der mit klassischen dynamischen Systemen vertraut war, hätte eine Linie von Poincaré über Birkhoff zu Levinson und Smale gezogen. Später hätten sich die Vorstellungen eines Mathematikers auf Smale, Guckenheimer und Ruelle konzentriert. Oder es wäre ein mehr numerischer Akzent im Umfeld von Los Alamos gesetzt worden: Ulam, Metropolis, Stein. Ein theoretischer Physiker könnte an Ruelle, Lorenz, Rössler und Yorke denken. Ein Biologe dächte an Smale, Guckenheimer, May und Yorke. Die möglichen Kombinationen sind endlos. Ein Wissenschaftler, der mit Materialien arbeitet – ein Geologe oder Seismologe –, würde den direkten Einfluß Mandelbrots würdigen; ein theoretischer Physiker würde den Namen kaum kennen.«

Doch die Geschichte der mathematischen Chaosforschung wäre dem breiten Publikum bisher verborgen geblieben, wenn es nicht notwendig und möglich geworden wäre, zur Untersuchung dieser Phänomene bildliche Darstellungen auf dem Rechnerbildschirm zu nutzen.

Algorithmen und andere dynamische Prozesse lassen sich sowohl statisch (etwa als Programmtext) wie dynamisch, nämlich als Folge ihrer Arbeitsschritte bis hin zum Ergebnis der Rechnung beschreiben. Auch chaotische Rekursionsgleichungen lassen sich statisch und dynamisch beschreiben, wobei die komplexe Dynamik ebenso wie bei Algorithmen durch ablaufende Computerprogramme auf dem Bildschirm oder auf dem Drucker visualisiert werden kann. Erzeugen alltägliche Computerprogramme meist Zahlen oder Texte, so werden zur Visualisierung komplexer dynamischer Systeme meist grafische Darstellungen in zwei oder mehr Dimensionen verwendet. Dies führt zu Computerbildern, die, ursprünglich ein Abfallprodukt, in ihrer präzisen Ausführung als ornamentaler Schmuck erschei-

nen und die Älteren an mäßig turnende LSD-induzierte Grafiken der Hippie-Generation erinnern mögen. Ohne diese Bilder wäre die wissenschaftlich-mathematische Behandlung solcher Systeme wohl noch lange in den universitären Büros und Labors verborgen geblieben. Ihre ästhetisierende Vermittlung hat hier eine fast unmittelbare gesellschaftliche Wirkung erzielt, wenngleich das zu Vermittelnde – durchaus im Einklang mit modernen Marketing-Methoden – dabei ein wenig in den Hintergrund getreten ist.

Fröhliche Wissenschaft

Die bei der Aufbereitung dieser Bilder entstehende ästhetische Herausforderung beschränkt sich bei der Verwendung des Bildmaterials auf die Wahl des Bildausschnitts und die Einfärbungsstrategie. Die Bilder sind nicht bloße Abfallprodukte, sondern bewußt gestaltete Objekte, freilich unter strukturierter Schwarz/Weiß-Vorgabe durch den gewählten Ausschnitt des mathematischen Objektmaterials – und in dieser Hinsicht dem ›Abstrakten‹ Mondrian sehr nahe. Mandelbrot sieht diese Verwandtschaft, auch wenn er die unfraktalen Quadrat- und Kreiskonzepte der ›standard geometric art‹ nicht schätzt: »Alle grafischen Repräsentationen mathematischer Konzepte sind eine Form der Kunst, eine, die am besten ist, wenn sie einfach ist, wenn sie (um einen Begriff aus der Malerei zu übernehmen) ›Minimal Art‹ genannt werden kann.«[15]
George Birkhoffs analytische Kunstkritik bleibt in ihrer offensichtlichen Harmlosigkeit ein Aperçu etwas verwirrter mathematischer Weltsicht. Einer breiten Wirksamkeit über die akademischen Kreise Harvards hinaus stand auch Birkhoffs professorale Naivität entgegen. Die bildnerisch Aktiven der fraktalen Schule bemühen sich, diese Naivität zu vermeiden. Sie setzen auf moderne Marketingstrategien und nutzen den Aufwind, der durch die rasche Durchdringung von Schulen und Büros mit PCs und Laserdruckern entsteht. Zur Propagierung ihrer ästhetischen Interessen setzen sie die beste elektronische Druckqualität ein und vermitteln, vor allem in Kalenderform, die neue alte beschauliche Botschaft: »Die Natur ist harmonisch, die Natur ist schön!« Platons ewig seiende Geometrie ist fraktal geworden.
Für den geneigten Betrachter bleibt eine tiefe subjektive Befriedigung: »Die Bilder dieser Ausstellung haben einen weiteren, völlig anderen Aspekt – sie sind einfach wunderschön«, weiß »Germany's best-known Science Fiction author«[16] in dem Werk *The Beauty of Fractals* mitzuteilen. Der Waschzettel zum konkurrierenden »Standardwerk zur Computerkultur« – *The Beauty*

of Bit & Byte, Bremen 1989 – wirbt mit dem mehrfachen Aufdruck NEU, denn das Buch erscheint erstmalig kurz vor der Buchmesse dieses Jahres. Der gleiche Verlag bietet u. a. Grafikdrucke mit so hübschen Namen wie ›Roter Strudel‹, ›Roter Planet‹ oder ›Syn-Code‹ an. Letzterer ist auch als CD und Buch (bei Suhrkamp) erhältlich, wenngleich der Syn dieses Kodes nicht jedem einsichtig werden mag. Klein Zaches in Computer-Land. Der jetzt zu plazierende Jahreskalender 1990, *Software-Visions*, der monatlich Highlights der flott sprudelnden Produktion zeigt, muß allerdings auf das im grafischen Einzelblatt mehrfach präsente Autorenduo MAPART verzichten, da deren Kalender schon bei Springer erscheint.

Neben der Kalenderform eignet sich Computerkunst hervorragend für Ausstellungen in Empfangs- und Schalterhallen. Die Bremer Landesbank, immer das Auge am Marktgeschehen, stellt »Digitale Kunst« aus, »die in den letzten Jahren einen enormen Boom erlebt hat«. »Immer mehr findet sie dort ihren Einsatz, ... wo eine effiziente, weil schnelle und kostensparende Anwendung in den bildnerischen Bereichen Design und Grafik gefordert wird.«[17]

Bei der Konkurrenz, der Bremer Bank (»eine Niederlassung der Dresdner Bank AG«) sind »High Tech Editionen« schalternah plaziert, »die auch den fortschrittlichen Unternehmen als originelles und schönes Give-Away zu durchaus interessanten Konditionen« zur Verfügung stehen. Schließlich macht »die hohe optische Prägnanz dieser Kalender« sie »zu begehrten Präsenten als ästhetischer Ausdruck für unternehmerische Werte wie Innovation, Präzision und Kreativität« (alles Katalogangaben). Doch leider gilt auch hier die Warnung eines Autorenkollegen: »Klevere Business-Strategie und ein exellentes Produkt helfen nicht weiter, wenn das Publikum das Produkt ablehnt.«[18] Die Deutsche Bank hat es vielleicht deshalb bisher in ihrer Selbstdarstellung mit herkömmlicher Kalenderware gehalten, etwa vom Worpsweder Grafiker Fritz Meckseper. Dessen reservierter Kommentar in der *Zeit* zur computergenerierten Kreativität der Mathematiker weist denn auch auf das Basisproblem minimalistischer Kunstkonzeption hin: Wozu braucht man das aufwendig erzeugte grafische Bild, wenn man seinen Inhalt durch die simple Formel $z \leftarrow z^2+c$ beschreiben kann?

Anmerkungen

1 George David Birkhoff, »Three Public Lectures«, under the Auspices of the Rice Institute Lectureship in Music (Jan. 4-6, 1932), *The Rice Institute Pamphlets* Vol. XIX: 3, Juli 1932.

2 George David Birkhoff, »Polygonal Forms«, *6th Yearbook of the National Council of Teachers in Mathematics*, S. 165-195, 1931.

3 Ohne auf die einzelnen Maßelemente weiter eingehen zu wollen, sei doch gesagt, daß F den Faktor *Unsatisfactory* mitteilt, ein eher subjektiver Notanker, um noch letzte Hand am Ergebnis anlegen zu können.

4 George David Birkhoff, »A Mathematical Approach to Ethics«, *The Rice Institute Pamphlets*, Vol. XXVIII, 1942.

5 Anscheinend hat Bense seine Analysen nicht auf die Arbeiten des Rektors der Ulmer Schule Max Bill angewandt, obwohl dies ja nahelag. Auch die Arbeiten Arno Schmidts, den er gerne als Lehrer nach Ulm gezogen hätte, hat er nicht analysiert. Leider ist somit auch der Gegensatz zwischen Bill und Schmidt, den Bense vermitteln wollte, nicht quantitativ erfaßt worden.

6 Max Bense, *Einführung in die informationstheoretische Ästhetik*, rde 320, Reinbek bei Hamburg 1969.

7 Heinz v. Foerster, »On Constructing a Reality«, in: *Cybernetics of Cybernetics*, 1. Aufl. Urbana/Illinois 1974, 2. Aufl. San José 1989.

8 Frieder Nake, *Ästhetik als Informationsverarbeitung*, Springer, Wien/New York 1974.

9 Günter Hotz, *Komplexität als Kriterium in der Theorienbildung*, Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse, Jg. 1988, Nr. 1, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden/Stuttgart 1988.

10 G. W. F. Hegel, *Logik* I, 2. Kap. C.

11 Libuše Moníková, *Die Fassade*, München 1987.

12 Beschrieben in Ted Nelson, *Computer Lib*, 1974; überarb. Fassung bei Tempus Books of Microsoft Press, Redmond, Wash. 1987.

13 in: *Scientific American*, Aug. 1985, S. 16.

14 James Gleick, *Chaos: Making a New Science*, Viking Penguin, New York 1989.

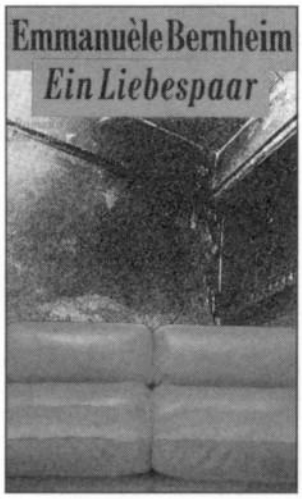
15 Benoit Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, Freeman, San Francisco 1977.

16 Vorspann des Buches H.-O. Peitgen & P. H. Richter, *The Beauty of Fractals*, Berlin/Heidelberg/New York/Tokio 1986.

17 Alle Zitate aus den Veranstaltungsankündigungen (»Sponsoring: Wirtschaftsunternehmen in Bremen und Senator für Bildung, Wissenschaft und Kunst«).

18 H.-O. Peitgen & P. H. Richter, a. a. O.

Die Strategien der Liebe.



99 Seiten, Pappband,
22,– DM / öS 171,–

Ein Roman über die Anfänge einer Liebesgeschichte. Hélène und Loic machen es sich gegenseitig schwer. Aus der Angst vor Klischees flüchten sie in allzu vorsichtiges Taktieren, durch das eine wirkliche Annäherung beinahe unmöglich wird.

253 Seiten, Linson,
39,80 DM / öS 310,–

Ruth Prawer Jhabvala hat in diesem Band die besten Geschichten aus mehreren Sammlungen ausgewählt und mit einem Vorwort eingeleitet, in dem sie erklärt, was es mit diesem geheimnisvollen Indien auf sich hat, das sie erst magisch

Neuerscheinungen im Herbst '89. Eine Auswahl.

Fordern Sie den Prospekt »Lit. Programm« (P 904 087) an.

anzog, dann aber immer mehr abstieß.
Sie erzählen von Frauen, indischen Frauen und europäischen Frauen, von ihren Träumen und Wünschen, die schon deshalb anders sind, weil nicht jede frei wählen kann: Eine Europäerin kann das Land wieder verlassen, für eine Inderin ist es der einzige Ort, den sie hat.

230 Seiten, Pappband,
36,– DM / öS 280,–

Marianne hat die Langeweile des behüteten Lebens im Dorf der Professoren satt. Sie lockt das Chaos draußen, der Dschungel, der vor der Atomkatastrophe nichts weiter als ein harmloser Wald war, der jetzt aber, tödlich und üppig, zu einem perversen Paradiesgarten geworden ist, wo die Barbaren hausen. Als sie bei einem Überfall verschleppt wird, lernt sie zu überleben.

395 Seiten, Linson,
44,– DM / öS 343,–

Elf Geschichten, kühl, aber äußerst sensibel erzählt, authentisch und facettenreich – jede wie ein Roman über die komplizierten und vielfältigen Verstrickungen zwischen Menschen. Pflicht und Verantwortung machen den Alltag aus; aber Liebe ist die zentrale Kraft, die alle verbindet.

78 Seiten, engl. brosch.,
28,– DM / öS 218,–

Zwei Jahre nach dem »Rabenflug« eine neue Sammlung von Gedichten Margarete Hannsmanns.

Klett-Cotta

Postfach 10 60 16, 7000 Stuttgart 10

Keine Angst vor »Geisterfahrern«

»Während die herrschende Ordnung den Individuen Rechtsverkehr vorschreibt und sie nötigt, dieser Regel besinnungslos zu folgen, auch wenn sie dabei Kopf und Kragen riskieren, setzen einzelne Geisterfahrer (und Geisterfahrerinnen) durch ihr ordnungs- und verkehrswidriges Verhalten ein Signal, das anzeigt, es gehe, wenn man nur wolle, auch anders herum. Daß solche Geisterfahrerei für die, die sich gegen den ›Mainstream‹ bewegen, gelegentlich ungemütlich, ja gefährlich sein kann — auch davon zeugen diese Portraits.«

Aus dem Vorwort

Fahren Sie mit ...

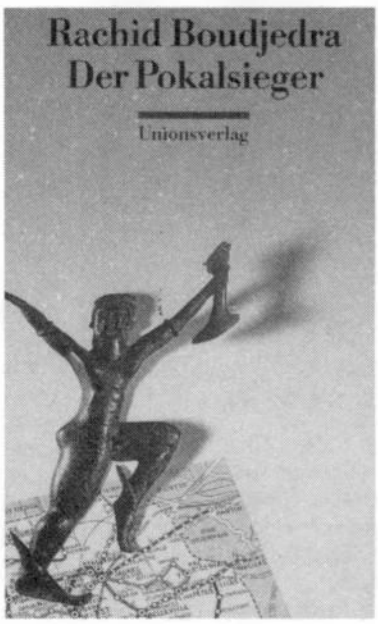
Günther Anders, Margarete Mitscherlich, Sartre, Trotzki, Bloch, Marcuse, Brückner, Amery, Semprún u. a.

Hans-Martin Lohmann
Geisterfahrer
Blanqui, Marx, Adorno & Co.
22 Portraits der europäischen Linken

Sammlung Junius, 228 Seiten
gebunden, mit Lesebändchen
24,80 DM

Junius Verlag GmbH
Stresemannstraße 375 · 2000 Hamburg 50

Rachid Boudjedra



Der Pokalsieger

Es gibt ihn wirklich, diesen Mohamed Ben Sadok: ein Mann aus dem Volk, gezeichnet von den ›Narben und Schmerzen der Geschichte‹ seines Landes, einer von vielen, die ›die Nachttischlampen der alten Welt umstießen‹. Mitten im algerischen Befreiungskrieg erhält er den Auftrag zu einem Attentat. Läßt sich ein dramatischerer Schauplatz denken als das Fußballstadion während des Pokalfinales, das ganz Frankreich verfolgt?
Aus dem Französischen von Jeanne Pachnicke
264 Seiten, gebunden, 34.–
Bestellnummer 156

Unionsverlag

Gletscherstrasse 8a CH-8034 Zürich (0041) 01/55 72 82

Rudolf A. Treumann
»Und die Erde war wüst und leer«
Haydn und die Schöpfung

Genesis 1,1.

1. Thema

Von den beiden Oratorien, die Haydn komponierte, ist das erste, die 1798 entstandene *Schöpfung*, das bedeutendere: ein von Haydns naivem Glauben getragenes Opus, das in die Reihe der großen Werke der Rokoko-Musik gehört. Haydn war 65 Jahre alt, als er es niederschrieb, und ein letztes Mal hörte er es kurz vor seinem Tode im Jahre 1809. Es wird erzählt – und vielleicht ist es sogar wahr –, der alte Haydn sei bei der letzten Aufführung des Oratoriums, die er selbst dirigierte, von der Einleitung so ergriffen gewesen, daß er beim anschließenden Choreinsatz, dem *Licht*werden, einem aus dem äußersten Pianissimo hervorbrechenden Fortissimo, den oTaktstock verloren habe und ohnmächtig vom Pult gefallen sei. Man habe ihn hinausgetragen und ehrerbietig gewartet, bis er sich erholte und die Aufführung fortgesetzt werden konnte.

Es ist die Einleitung, die *Die Schöpfung* über die zeitgenössische Musik hinaushebt. Haydn, der große Harmoniker mit dem lichten Gemüt, der klassischste unter allen Komponisten, der seinen Schüler Beethoven nach Hause schickte, weil ihm dessen Modulationen durch die Tonarten zu gewagt erschienen und er sie Beethovens Nachlässigkeit zuschrieb, hat sich hier an die Vertonung des Chaos selbst gewagt. Keinem Komponisten vor ihm, nicht Bach und nicht Händel, wäre das Chaos ein Thema gewesen. Chaotisches findet sich allenthalben in deren Kompositionen; wenn etwa Bach die Hölle heulen läßt in der *Matthäus-Passion* oder das Volk sein Kreuzigungsgeschrei in einer gräßlichen durchkomponierten Fuge erhebt, dann herrscht Chaos mit einer tiefen inneren Ordnung, bei der das Blut gerinnt; wenn der Vorhang im Tempel zerreißt und die Erde erbebt beim Tode Jesu am Kreuz, dann ist das Chaos los in Bachs Seele, ohne Zweifel. Aber die Schöpfung ist für ihn kein Thema; sie gibt nichts her; sie ist zu glatt, zu harmonisch. Sie ist ein Thema, das Haydn auf den Leib geschnitten ist. Mozarts Komtur reißt Don Giovanni ungebüßt mit sich ins Chaos der ewigen Verdammnis. Später wird Weber sich am Chaos versuchen, wenn die Verzweiflung und Ausweglosigkeit Max aufwühlt; Verdi komponiert das Chaos in *Rigoletto*, Strawinsky in den heidnischen Bräuchen von *Sacre*

du Printemps, Shostakovich in seiner Zehnten Sinfonie das Chaos der stalinistischen Diktatur, und die Modernen, weil sie kaum noch anders empfinden in einer Welt, die intern vor allem vom Chaos strukturiert ist, geben ihm, bewußt oder unbewußt, breiten Raum. Für sie alle ist das Chaos unproblematisch und darum nicht erwähnenswert. Anders für Haydn. Ihn reizt die großartige Harmonie des Schöpfungsgeschehens, die geordnete Aufeinanderfolge der Taten Gottes, angefangen mit der Lichtwerdung, der Friede und die Vollkommenheit und Gottes Unfehlbarkeit: »Und Gott sah, daß es gut war.« Das kann Haydn verstehen, das ist seine Welt, das wird er komponieren: die Balance des Ausgeglichenen, des Idealen. Die einzige Schwierigkeit ist der Beginn; denn die Harmonie kommt erst mit Gott in die Welt. Heinrich Schütz hätte vielleicht den Erzengel Raphael, den Kommentator der Schöpfung, unvermittelt beginnen lassen: »Im Anfange schuf Gott Himmel und Erde / und die Erde war ohne Form und leer / und Finsternis war auf der Fläche der Tiefe«, um die Mystik des Anfangs aus dem Nichts spürbar zu machen. Haydn vermag das nicht mehr; es entspricht seiner Zeit nicht. Haydn ist kein Mystiker; er ist der naiv Gläubige, dem sich der wörtlich genommene Text mit einer Vorstellung verbindet; und wenn die Welt mit dem Nichts beginnt, so kann er nicht anders, als diesem Nichts Gestalt geben: er muß es komponieren. Und so überschreibt er die Einleitung zur *Schöpfung* mit dem Titel »Die Vorstellung des Chaos«.

2. Analyse

Für einen in reinen Harmonien und klarer musikalischer Ordnung denkenden Komponisten wie Haydn bedeutet die Darstellung des Chaos eine schwierige Herausforderung. Chaos kann er nur in seinem Empfinden entgegenlaufenden Disharmonien und kompositorischer Unordnung denken. Und überhaupt: die Aufgabe, Chaos darzustellen, ist für Haydn gänzlich neu. Seine Musik war bisher absolut, nicht orientiert an vorgegebenen Programmen, sondern bestimmt durch die Schönheit und Struktur, durch die innere Folgerichtigkeit eines musikalischen Themas, das nichts mit einer gegebenen Szenerie oder einem Geschehen zu tun hatte. Programmusik im Sinne des kommenden Jahrhunderts war Haydn fremd; er wollte (nach Griesinger) in seinen Symphonien »moralische Charaktere« darstellen; aber in der *Schöpfung,* die als Ganzes vielleicht die Güte Gottes musikalisch symbolisiert, muß er zu einem Neuen greifen, zu musikalischer Malerei, die das Geschehen selbst ist und über die sich später Beethoven verächtlich äußern wird, dem Vorgriff auf die Programmusik.
Soll sie das Chaos *sein,* so muß die Musik die strenge Form, die Haydn

gewöhnt ist, in jeder Weise durchbrechen. Doch dieser Vorsatz gelingt Haydn nur bedingt. Der Sonatenform einer Symphonie verhaftet, gerät ihm der Satz als Sonate, zwar weniger streng, 59 Takte lang, rechnet man den Eingangstakt, den langen Vorschlag hinzu. Die Struktur scheint hindurch, die Viertaktigkeit des Themas, das Auftreten von Haupt- und Nebenthema. Haydns Chaos ist nicht unstrukturiert, und das ist tröstlich: es ist kein Ungeordnetes, kein gänzlich Zufälliges, aus dem nichts entstehen könnte; es ist das Formbare, dessen innere Struktur durch den Schöpfer erst zu sich gebracht werden soll.

Es beginnt mit einem lauten, langen, abklingenden Unisono *c* über drei Oktaven, das im Largo lang ausgehalten einen gleichzeitig entschlossenen, mit einem Paukenwirbel energisch auftretenden und dann doch wieder zögerlich zurückgenommenen Anfang bezeichnet, den Big Bang, der noch nicht weiß, wo hinaus er will, der sein Zögern auf alles Nachfolgende überträgt, wenn im zweiten Takt die Streicher im Piano die kleine Terz auf *c'* intonieren, von der ungewiß ist, zu welchem Akkord sie gehören soll, zu c-Moll oder As-Dur. Das bleibt einen halben Takt so in der Schwebe, ehe sich die Geigen entschließen und mit dem *as'* die optimistische Wendung nehmen; aber weil der Akkord auf *c'* ein Sextakkord ist, bleibt alles schwerelos, schwebend; und während die zweiten Geigen *as'* halten in den neuen dritten Takt hinein, gleiten die Bratschen und Celli von der kleinen Terz des Sextakkordes einen halben Ton tiefer auf die kleine Terz auf *h*, das sich aus dem aufgelösten *b* ergibt, darüber setzen die ersten Violinen mit ihrem Thema auf *f''* ein, leise und zögernd, so daß für die Dauer eines halben Taktes der unentschlossene und in Haydns Ohren gleichzeitig furchtbar und chaotisch klingende verminderte Septakkord, allerdings abgeschwächt in der weiten Lage *hd'as'f''* liegen bleibt. Doch schon löst er sich in den zweiten Geigen auf in einen G-Dur-Sextakkord, der durch *f''* in den ersten Geigen im Durchgang für die Dauer einer Viertel zu einem unvollständigen Dominantseptakkord gemacht wird, sich eigentlich nach C-Dur auflösen müßte, den Haydn aber dank der Melodie in den Violinen durch einen Nonenakkord über *fis''*, als Leitton verkappt, leer nach g'' (scheinbar) auflöst. Die Auflösung bleibt unvollständig, weil nur die ersten Geigen, vom Orchester allein gelassen, weiterspielen: ihr schwächliches Thema, das sich als Kadenz nach Es-Dur entpuppt, die im fünften Takt aber in einem Scheinschluß, wiederum auf dem As-Dur-Sextakkord, anlangen, dem zweiten Forte im Stück, dem nächsten entschlossenen Zugriff auf das schwebende Geschehen, der ohne Fermate jetzt weniger lange anhält, sich gleich auf den verkürzten Sextakkord *c'es'as'* legt, danach enharmonisch verwechselt nach h-Moll, dissonant verzerrt durch die Sexte *as'* = *gis'*, gleitet und

wieder, entgegen allem Haydnschen harmonischen Gefühl, das ganze Streichorchester in einen leisen, aber eindringlichen verminderten Septakkord in der hohen Englage auf *h'* zwingt, zu dem das Fagott einen in Triolen aufgebrochenen, leise aufsteigenden G-Dur-Dreiklang arpeggiert, der, auf *es/es'* endend, dem verminderten Septakkord eine scharfe Dissonanz hinzufügt. Im siebenten Takt wird diese in c-Moll aufgelöst, dem im achten Takt reines As-Dur dissonant unterlegt wird, dessen Scheinauflösung über D-Dur und den D-Dur-Septakkord direkt in den Sextakkord von Es-Dur hineinläuft. So bleibt alles in der Schwebe, undramatisch bis auf die beiden großen Anfangsschläge und moderat dissonant. Die unaufgelösten Dissonanzen der verminderten Septakkorde, die Scheinauflösungen in Sextakkorde ohne harmonisches Fundament und die arpeggierten, nicht genau in die Harmonie passenden Fagott- und Streichereinwürfe der späteren Takte müssen sich in Haydns Ohr wegen ihrer Unerlaubtheit quälend angehört haben, chaotisch, absolut unmöglich im göttlichen Wohllaut der Schöpfung. Sie konnten der Schöpfung bestenfalls vorhergehen, waren nach ihr jedoch gänzlich unmöglich. Haydn vermochte sich gewiß kaum zu erklären, wie er in der Harmonie dieser vollendeten Schöpfung Gottes überhaupt zur Komposition solcher Klänge fähig war, sie unkorrigiert durchgehen lassen konnte, und entschuldigte das mit der Notwendigkeit, die Zeit *vor* der Harmonie zu vertonen.

Langsam und allmählich nimmt die Ordnung zu, wird nur hin und wieder durch verminderte Septakkordeinwürfe gestört, und wenn dann das Seitenthema der Holzbläser einsetzt, glaubt man kurzzeitig, die Harmonie sei bereits hergestellt. Doch kehrt das Geschehen im Chaos bei Buchstabe *A* wieder zu seinem zögerlichen Maß zurück und verläuft sich in Wartehaltung in immer dünner werdenden Holzbläserläufen, die in einem absteigenden tiefen Pianissimo des auf seine Formung harrenden Nichts in drei c-Moll-Akkorden des Streichorchesters enden. Dann, aus dem Nichts heraus, resümiert Raphael in unbegleitetem Rezitativ das (ungeschehene) Geschehen.

3. Deutung

Haydn ist von seinen Nachfolgern einschließlich Beethoven unterschätzt und verkannt worden. Nur Mozart bemerkte seine wahre Größe und bewunderte und verehrte ihn zuerst als Meister und später, als er sich seines eigenen Werts bewußt wurde, als Ebenbürtigen unter den zeitgenössischen Komponisten. Mozart hatte recht: Haydn überragt haushoch alle die Bendas, Kuhlaus, Clementis und wie sie heißen mögen, nicht wegen der Menge

seiner Kompositionen, sondern wegen ihrer Bedeutung in Stil, Harmonie und Form. Ein ganzes Jahrhundert, das ihm folgte, ihn belächelte – wie bereits Beethoven, der sich im Alter noch korrigierte –, ihn als leichten Harmoniker ohne sogenannte Tiefe ablehnte, übersah, daß es auf seinen Schultern stand, ohne seine reine Harmonik und die strukturelle Strenge seiner Symphonik gar nicht hätte existieren können, seine eigene schöpferische Kraft aus der Antithese zu Haydns Musik schöpfte, daß Haydn durch jede der Modulationen hindurchschien. Von ihm hatten sie die Geschlossenheit eines musikalischen Entwurfs gelernt, den großen organischen Bogen, der sich vom Beginn bis zum Ende eines Stücks zieht und es zu einer Einheit macht, nicht von den kleinen Handwerkern der Harmonie, deren Kompositionen in Ermangelung der einigenden Kraft aus lauter Stückwerk, winzigen unzusammenhängenden musikalischen Gedanken bestanden, nichts als zeitfüllend waren und nicht richtungweisend werden konnten.
Trifft das alles aber auf Haydns Gesamtwerk zu, so steht *Die Schöpfung* in anderer Hinsicht einsam da. Die Vertonung des Chaos ist der bewußte und bestimmende Versuch reiner Tonmalerei, der Darstellung eines nichtmusikalischen Sachverhalts mit den Mitteln der Musik, nicht mehr nur Untermalung eines gesungenen, gespielten Geschehens mit einer dazu passenden, in sich schönen und schlüssigen Musik; es *ist* die Vorstellung des Chaos *selbst*. Wenn Beethoven darüber lacht, so hat er es kongenial in seiner ganzen, von ihm abgelehnten Tragweite erkannt: Hier trat eine neue Musikauffassung auf, eine ganz konkrete, der Themen zugrunde lagen, die den Versuch machte, auch anders Ausdrückbarem mit ihren Mitteln Ausdruck zu geben; und das kommende Jahrhundert sollte sich dieser Auffassung einerseits mit Verve zuwenden, andererseits mit brüsker Opposition entgegenstellen. Wie dem auch sei, dahingestellt, ob eine Richtung den Sieg davongetragen hat, Haydn ist das Experiment eingegangen, vielleicht gar gegen sein eigenes Empfinden, und es ist seine Vertonung des Chaos, die den Anfang macht, vorgreifend auf eine andere Zeit des Verständnisses der Musik. Gleichzeitig aber ist die Art und Weise, in der Haydn dem Chaos in einer Welt der göttlichen Ordnung Gestalt verleiht, etwas ganz Eigenes. Der Versuch, die vorgöttliche, vorparadiesische Unordnung zu vertonen, verlangt von ihm den Zugriff auf seinem Ohr unvorstellbare und ungewohnte Klänge, den Bruch mit seinem eigenen harmonischen Empfinden. Er sucht nach Harmonien, die für ihn keine sind, nach der tonalen Regellosigkeit, der nirgends ins Gleichgewicht kommenden, wabernden Unschlüssigkeit. Weit braucht er nicht zu gehen; denn schon die kleinste Abweichung von der harmonischen Strenge ist ihm genug. Und so greift er zu dem in seinen Ohren schlimmsten aller Mittel, der Verweigerung der harmoni-

schen Auflösung, und zur für ihn unerträglichsten aller Harmonien, dem verminderten Septakkord. Diese beiden Instrumente genügen, das Chaos unverkennbar zu charakterisieren: das Hin und Her der niemals abgebauten musikalischen Spannung. Das Chaos ist der quälende Schwebezustand der Dissonanz, der niemals zur Erlösung gelangt. Und doch herrscht in ihm eine innere Ordnung, Fetzen von Struktur, irregulär aufscheinende Ansätze eines kommenden Werdens, ein Harren auf etwas, das da kommen soll. Was sich da ordnet, was da seine schöpferische Kraft entfaltet, das freilich weiß Haydn nicht. Daß er mit seiner in seinen Ohren unmöglichen und nur der Not der Darstellung folgenden Komposition weit in die Zukunft der Musikgeschichte vorgreift, das wird er niemals erfahren, und die nach ihm kommen, werden sich nicht daran erinnern, daß sie das Denken in unaufgelösten Dissonanzen seinem milden Wagnis zu verdanken haben.
Einmal zum Leben erweckt, war der Bruch mit der reinen, der ungestörten, sich auflösenden Harmonie vollzogen und nicht mehr rückgängig zu machen. Das Chaos hatte sich verselbständigt; es entblätterte seine innere, unvorhersagbare Ordnung, begann sich zu unbekannten Formen, Strukturen zu entfalten, an die niemand jemals gedacht, die niemand für möglich gehalten hatte. Haydn hatte das Chaos befreit; nun konnte es fruchtbar werden in einem riesigen Formenreichtum, der – bezeichnenderweise – seine eigene, nicht mehr rekonstruierbare Herkunft vergaß und verleugnete. So ist, was sie selbst nicht mehr weiß und nicht wahrnimmt, der Ursprung der heutigen Musik wohl im Chaos zu suchen, in jenem Chaos, das kein zufälliges ist, sondern ein auf seine Geburt wartendes Unerlöstes. Unter denjenigen Komponisten, die zu seiner Erlösung beigetragen haben, ist Haydn der vornehmste; und ohne die Tragweite zu erahnen, gab er selbst dem Werk, in dem er die Erlösung des Chaos vollzog, den prophetischen Titel »Die Vorstellung des Chaos«.

4. Coda

Vor dem dunklen Hintergrund der Philharmonie, auf dem die Gesichter des Publikums zu nebligen Flecken verschwimmen und die Farben der Kleider sich in demokratischem Grau vereinigen, zählt die Spitze des Taktstocks die beiden Halben des Largo vor. Hart, groß, ein Unisono der Entschlossenheit, kommt der Einsatz mitten hinein in die Stille: das leere *c* des Beginns, eine lange Fermate, verklingend, zögernd, von der eigenen Courage überrascht, das der Dirigent mit einer kleinen Bewegung der Linken beendet. Dann setzen die Bratschen und Celli ein, piano, nicht wissend, wohin es gehen soll, schwebend im Raum und in der Zeit; die winzige Melodie der

Geigen erhebt sich darüber, eigentümlich gestört in der nicht aufgelösten Dissonanz des Akkords, fällt sofort wieder zurück, noch ehe sie sich entfalten kann, hinein in den nächsten entscheidenden Schlag, der kürzer anhält als der erste, verklingt, ins Schweben gerät. In der Tiefe bemüht sich das Fagott um eine Struktur, später die Klarinette. In atemloser Hast eilt die Flöte in schwindelnde Höhen hinauf, als wollte sie überschauen, was da noch nicht ist, stockt, zieht sich ängstlich zurück. Ungeduldig stampft das Chaos im ganzen Orchester auf: Es ist sein dritter Versuch. Danach beginnt erneut das verhaltene schwebende Zögern der Holzbläser, in das Celli und Fagott ihre aufsteigende G-Dur-Hoffnung hineinrufen, abgelöst von der klagenden, chromatisch absteigenden Klarinette. Nun versuchen es die Flöten ein letztes Mal und ohne Erfolg, und das Chaos verkriecht sich in der Tiefe, gurgelnd und wabernd, in dreimaligem, leisestem, ergreifendem c-Moll: ein unaufhörliches Harren auf die Erlösung. Jemand im Publikum schluchzt. Der Baß hat sich erhoben und intoniert, unbegleitet und tonlos, die ersten Verse der Genesis in der vom Textdichter vorgegebenen Form. Ihm schließt sich der Chor an. In leisestem himmlischen Dur erzählt er das Schweben des Geistes über dem Wasser. Unbestimmte Sehnsucht erfüllt die Musik, der der überraschende Wunsch Gottes nach Licht plötzlich im Unisono Pianissimo-Klarheit verleiht: wie naheliegend – und wie schwierig, darauf zu kommen; dazu bedarf es des Geistes. Aus dem zögernden Gesang spricht kindliches, ehrfürchtiges Staunen, das die unausgesprochene Forderung Gottes in einstimmiger, fast zweifelnder Erwartung zur Sprache bringt. Und dann bricht es hervor, das *Licht,* strahlend und jubelnd, ein C-Dur-Fortissimo in Chor und Orchester, und die Schöpfung nimmt ihren Lauf in befreiender, paradiesischer Harmonie.

Das neue Standardwerk zur deutschen Literatur

WALTHER KILLY LITERATUR LEXIKON

Autoren und Werke deutscher Sprache

Bertelsmann Lexikon Verlag

Sie sparen DM 300.– und mehr mit Subskriptionsvorteil!

Bertelsmann Lexikon Verlag

Walther Killy Literaturlexikon – so urteilt die Presse:

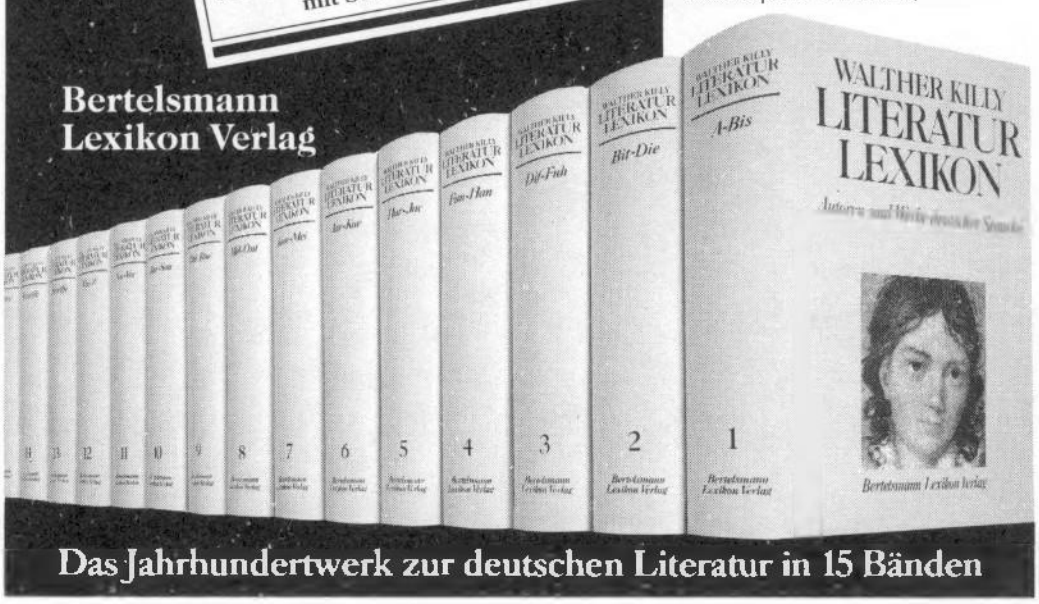
...unterstellen wir, daß auch die folgenden Bände einlösen werden, was der erste verspricht, so werden wir 1992 ein Lexikon der deutschen Literatur in Händen halten, wie wir zuvor noch keines hatten.

Neue Zürcher Zeitung

...eine imponierende Reihe gründlicher, zuverlässiger, oft hervorragender Darstellungen. Über Achim von Arnim kann man kaum irgendwo auf so knappem Raum in so glänzend genauer, poetisch und wissenschaftlich hellwacher Weise Aufschluß erhalten wie hier. Ähnliches ist von den Texten zu Walter Benjamin, Thomas Bernhard, Horst Bienek, auch Angelus Silesius und Jakob Bidermann zu sagen. ***Frankfurter Allgemeine Zeitung***

Walther Killy (Hg.)
Literaturlexikon
Autoren und Werke deutscher Sprache in 15 Bänden,
je 520 Seiten, Format: 17 x 23,7 cm
Band 1–12 A–Z, je 76 farb. Bildseiten, Band 13 u. 14 Sachbegriffe, je 48 farb. Bildseiten, Band 15 Register und Nachträge.

Subskriptionspreis je Band
Ln. mit SU, DM 148,–
Gesamtpreis DM 2.220,–
Halbleder, DM 198,–
Gesamtpreis DM 2.970,–



Das Jahrhundertwerk zur deutschen Literatur in 15 Bänden

Wolfgang Krohn / Günter Küppers
Rekursives Durcheinander

Wissenschaftsphilosophische Überlegungen

1. Einleitung

Mit dem Prinzip »order from noise« versuchte Heinz von Foerster 1960 die Selbstorganisation eines offenen Systems zu erklären. Hermann Haken erfand die Synergetik, Ilja Prigogine die dissipativen Strukturen und Manfred Eigen die Selbstorganisation der Materie. Allen gemein war der Versuch, die Entstehung von Ordnung aus Chaos zu erklären. Damit wurden zwei Begriffe nebeneinandergestellt, die sich gegenseitig auszuschließen schienen. Ordnung und Chaos, Gesetzmäßigkeit und Anarchie. Bislang kümmerte sich die Wissenschaft nur um Gesetzmäßigkeiten; für das Chaos interessierte man sich nur am Rande oder in der gezähmten Gestalt des statistischen Zufalls.[1] So verwundert es nicht, daß es zum Thema Chaos weder im dtv-Lexikon der Physik[2] noch in der Geschichte der physikalischen Begriffe von Friedrich Hund[3] eine Eintragung gibt.

Die stürmische Entwicklung der Chaosforschung in den letzten Jahren signalisiert mehr als nur die Entstehung eines neuen Fachgebiets: möglicherweise verabschiedet sie einige der grundlegenden Vorstellungen, die mit dem Programm der neuzeitlichen Wissenschaft verbunden sind. Die Faszination dieses Programms beruhte seit Galilei, Kepler, Descartes und Newton darauf, hinter aller Unregelmäßigkeit der Erscheinungen die einfache Regelmäßigkeit zu entdecken: die hierarchische Ordnung von Universalien. Nun muß umgelernt werden: Das Chaos verbirgt sich hinter dem Einfachsten. Daß so komplexe Systeme wie das Wetter, die Börse, das Herz oder das Hirn chaotisch sein sollen, mag ja noch angehen. Daß aber ein so einfaches System wie zwei gekoppelte Pendel ein chaotisches Verhalten an den Tag legen soll, überrascht. Ist man einmal dem Chaos auf der Spur, entdeckt man es in allen Bereichen der natürlichen und sozialen Realität und kommt zu der Überzeugung, daß die Realität der klassischen Wissenschaft eine durch deren Ordnungsvorstellungen geprägte Weltsicht ist, die darauf beruht, daß Ausnahmen – Inseln des Regelmäßigen – zum Gerüst der Welt erklärt wurden. Vielleicht leitet die Chaosforschung eine wissenschaftliche Revolution ein, – die dritte nach Quantenmechanik und Relati-

vitätstheorie in unserem Jahrhundert. Was rechtfertigt eine solche Behauptung? Welche Bedeutung hat sie für unser Realitätsverständnis und unseren Umgang mit der Natur? Welche Analogien ergeben sich für die Welt der sozialen Strukturen? Der Versuch, diese Fragen zu beantworten, ist Ziel dieses Aufsatzes.

2. Die Einfachheit der Natur und die Komplexität der Realität

Daß Chaos bislang kein Thema der Wissenschaft war, lag nicht nur an theoretischen oder methodischen Defiziten, sondern vor allem an der Art und Weise, die Natur zu betrachten. Auf drei Aspekte dieser »Weltanschauung« wollen wir näher eingehen.

a) Chaos oder Ordnung

Bis zum Bekanntwerden der Ergebnisse der modernen Chaosforschung betrachtete man Ordnung und Chaos, Gesetzmäßigkeit und Anarchie, als zwei einander ausschließende Prinzipien. Daß Wissenschaft sich für die Ordnung entschied und sich die Untersuchung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten zum Ziel setzte, erscheint auf den ersten Blick fast zwangsläufig: Wie sollte sie auch das Chaos, den ungeordneten Wirrwarr, in Regeln fassen und beschreiben? Dagegen schien die Suche nach universeller Regelmäßigkeit in der Natur einer an »Technologie« interessierten Wissenschaft eher zu entsprechen.

Ein Beispiel für den Erfolg dieser Strategie ist die klassische Mechanik. Galilei fand die allgemeinen kinematischen Regeln für die Bewegungsänderungen von Körpern auf der Erde, Kepler fand sie für Himmelskörper, und Newton gelang mit der Einführung des Kraftbegriffs die Verallgemeinerung für die Gesetzmäßigkeit der Bewegungen von Massenpunkten in einem äußeren Kraftfeld, egal ob sie am Himmel oder auf der Erde ablaufen. Newtons Idee war die einer »idealen Maschine, wo die Bewegung ohne Stoß und Reibung zwischen den Teilen, die einander dennoch berühren, übertragen wird«.[4] Ohne äußere Einwirkung gab es keine Veränderung, alles war im Gleichgewicht. Die Dynamik zeichnete sich nicht nur durch ihre Gesetzmäßigkeit (Determinismus), sondern auch durch ihre Reversibilität aus. Die Umkehr der Bewegungsrichtung ist äquivalent zur Umkehr der Zeitrichtung. Dies ist eine Folge der Annahme, daß die Veränderung der Geschwindigkeit direkt proportional zur äußeren Kraft ist. Aufgrund des Determinismus ist nach der Wahl eines Anfangspunktes die weitere Entwicklung bestimmt. Wegen der Reversibilität gilt dies für die Zukunft wie für die Vergangenheit. In dieser Welt der absoluten Gesetz- und Regel-

mäßigkeit war für das Chaos kein Platz. Wenn überhaupt, so existierte es am Rand der Welt, räumlich wie zeitlich.
Bereits im 18. Jahrhundert gab es erste kosmologische Theorien, die das Chaos an den zeitlichen Anfang des Universums legten. Kant versuchte in seiner Nebularhypothese die Entstehung des Planetensystems aus einem chaotischen Urnebel abzuleiten. Stöße zwischen den sich ungeordnet bewegenden Staub- und Gasteilchen vernichten deren kinetische Energie. Die langsameren Teilchen sinken in sich bildende Gravitationszentren ab, verstärken diese und ziehen immer mehr Teilchen an; die »Zurückstoßungskraft« lenkt sie zugleich in eine seitwärts gerichtete Bewegung, so daß Kreisbewegungen um einen Zentralkörper entstehen. Sonne und Planeten sind das Ergebnis dieses Selbstorganisationsprozesses.[5] Chaos am Anfang der Welt, wie es schon die Bibel im Verein mit vielen Weltschöpfungsmythen vorsah.
Nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik strebt jedes geschlossene System einem Gleichgewichtszustand zu, der sich durch ein Maximum an Unordnung auszeichnet. Die Entropie, ein Maß für diese Unordnung, kann auf dem Weg ins Gleichgewicht nur zunehmen und erreicht dort ihr Maximum. Alle Ordnung verschwindet im strukturlosen Gleichgewicht. Auch unserem Universum bleibt als einem abgeschlossenen System dieses Schicksal nicht erspart. Im »Wärmetod« des Universums verschwindet alle Ordnung. Das Chaos am Ende der Welt.
Die Brownsche Molekularbewegung, so benannt 1827 nach dem schottischen Botaniker Robert Brown, aber schon um 1650 von Leeuwenhoek beobachtet, zeigt, daß das Chaos nicht erst am Anfang oder Ende der Welt auftritt, sondern schon die Bewegung der Atome und Moleküle beherrscht. Suspendierte Teilchen in einer Flüssigkeit werden von den Molekülen der Flüssigkeit hin und her gestoßen und machen die Irregularität der Wärmebewegung der Flüssigkeitsmoleküle sichtbar. Im zeitlichen Mittel über eine große Anzahl von Molekülen (die suspendierten Teilchen kommen nur mit verhältnismäßig wenig Molekülen in Berührung) verschwindet freilich das Chaos wieder, und die Natur erweist sich in makroskopischer Dimension als wohlgeordnet. So sagt es jedenfalls einer der zentralen Sätze der statistischen Mechanik.[6] Immerhin wurde das Chaos wiederum an einer Grenze der Welt sichtbar – im winzig Kleinen.
In all der Ordnung der Welt, die die klassische Wissenschaft innerhalb dieser Grenzen des Chaotischen entdeckte, gab es allerdings ein Phänomen, das sich weder praktisch-technisch noch theoretisch an den Rand drängen ließ: die Turbulenz. Sie tritt in strömenden Gasen und Flüssigkeiten auf und ist Teil unserer täglichen Erfahrung an Flüssen, Wasserfällen, im Flug-

zeug, das eine Gewitterfront durchfliegt, usw. Mit zunehmender Fließgeschwindigkeit werden einfache, sogenannte laminare Strömungsformen in Flüssigkeiten abgelöst durch ein wildes Durcheinander von Wirbeln. Da man keinen Grund hatte, anzunehmen, die Grundgleichungen der Hydrodynamik würden für das Erscheinungsbild der Turbulenz nicht gelten, suchte man einen Mechanismus ihrer Entstehung, der mit der bisher diskutierten Einstellung zum Chaos konform war. Diesen Mechanismus lieferte der russische Physiker L. D. Landau. Turbulenz, so seine Theorie, ist eine Überlagerung einfacher Strömungsformen. Erhöht man die Geschwindigkeit in der Flüssigkeitsströmung, so treten immer mehr Instabilitäten auf, die sich überlagern und dann das komplexe Bild der Turbulenz ergeben. Das sichtbare Chaos des Alltags wurde als Überlagerung von Einfachem gedeutet.

b) Allgemeines Gesetz versus individuelle Lösung

Am Beispiel der Turbulenz läßt sich ein anderes grundlegendes Problem im Umgang mit chaotischen Phänomenen illustrieren: Selbst wenn es gelungen ist, die Bewegung von Flüssigkeiten in der Form allgemeiner Gesetze zu erfassen, dann liefern diese Gesetze zunächst keine Anhaltspunkte für das dynamische Verhalten der durch das Gesetz bestimmten Prozesse. Man sieht z. B. den Grundgleichungen der Hydrodynamik die Turbulenz nicht an. Allgemeine Gesetze in der Physik wie die Newtonschen beschreiben den Mechanismus der Veränderung – eine Kraft verursacht eine Beschleunigung –, aber nicht den Ablauf eines konkreten Prozesses – die individuelle Bahn eines Massenpunktes.

Die Folgen dieses Umstandes wollen wir uns am Dreikörperproblem verdeutlichen. Gesucht sind hier die Bahnkurven von drei sich gegenseitig gravitativ anziehenden Massen. Durch die Newtonschen Gesetze und die Anfangsbedingungen sind die drei Bahnen »im Prinzip« exakt bestimmt. Das Problem ist deterministisch, nichts Zufälliges ist in ihm. Aber die Eigenschaften der einzelnen Bahnkurven können in Abhängigkeit vom Verhältnis der drei Massen ganz verschieden aussehen. Erst an einer Lösung der Bewegungsgleichungen (der Newtonschen Gleichungen zu gegebenen Anfangsbedingungen) sieht man, wie die Bahnen im einzelnen verlaufen. Das Problem freilich ist, daß das Dreikörperproblem wegen der nicht vernachlässigbaren Wechselwirkung zwischen den drei Massen keine allgemeine Lösung hat und die Frage nach deren Eigenschaften sich durch direkte Inspektion gar nicht beantworten läßt. Das Problem ist nicht integrabel, wie es fachmännisch heißt. Dies hat bereits Henri Poincaré 1889 herausgefunden. Näherungsverfahren können zwar Teilstücke einzelner Bahnen be-

rechnen, aber die drei Bahnen in ihrer Gesamtheit lassen sich so nicht darstellen. Außerdem konnten sich durch das Näherungsverfahren bedingte Abweichungen beliebig aufschaukeln, so daß nach kurzer Zeit die Berechnungen nichts mehr über die wirklichen Bahnen aussagten. Dasselbe galt auch für die kleinen Abweichungen in den Anfangsbedingungen. Es herrschte Chaos. Poincaré gab auf. »Diese Dinge sind so bizarr, daß ich es nicht aushalte, weiter darüber nachzudenken.«[7]

Auch hinsichtlich der Randbedingungen läßt sich der Unterschied zwischen allgemeiner Lösung (i.e. eine analytische Beschreibung einer Lösungsklasse) und individueller Lösung verdeutlichen. Dazu muß man sich die Struktur physikalischer Theorien vor Augen führen. Man unterscheidet zwischen den allgemeinen Gesetzen (z.B. Newtons Gesetz), den daraus für einen speziellen Phänomenbereich (Flüssigkeitsströmung, Planetenbewegung, Pendel etc.) abgeleiteten Bewegungsgleichungen und deren allgemeinen Lösungen in Form von Gleichungen für Bahnkurven im Ortsraum. Zusätzlich zu den Bewegungsgleichungen als eine spezielle Form des allgemeinen Gesetzes benötigt man noch Angaben über den Wert der Variablen (Ort, Geschwindigkeit, Dichte etc.) zu Beginn der Untersuchung und am Rand des Untersuchungsgebietes, um aus der Klasse der allgemeinen Lösung eine individuelle, an die jeweilige Umwelt angepaßte zu spezifizieren. Randbedingungen wählen also aus den mathematisch möglichen Lösungen eine bestimmte aus. In der »klassischen« Physik enthält die allgemeine Lösung der Bewegungsgleichungen freie Konstanten, über deren Festlegung sich beliebige Randbedingungen erfüllen lassen – die Randbedingungen sind kontingent. Bei rekursiven Prozessen wirkt die Rekursion als Selektionsmechanismus mit der Folge, daß Lösungen nicht mehr unabhängig von den Randbedingungen existieren; beide hängen in einer nichttrivialen Weise voneinander ab – die Randbedingungen sind spezifisch, allgemeine Lösungen werden durch individuelle ersetzt.

c) Die Idealisierung der Natur

Die Einlösung des neuzeitlichen Wissenschaftsprogramms der Suche nach den universalen Gesetzmäßigkeiten in der Verschiedenheit der Erscheinungen war von vornherein auf die Definition experimenteller Situationen angewiesen, in denen es darauf ankommt, die Realität »derart zu ›inszenieren‹, daß sie so eng wie möglich einer theoretischen Beschreibung entspricht. Das untersuchte Phänomen muß präpariert und isoliert werden, bis es einer *idealen Situation* nahekommt, die zwar physikalisch unerreichbar sein mag, aber dem angenommenen begrifflichen Schema entspricht.«[8]

Die ideale Situation und ihre Gesetzmäßigkeit bestimmten demnach das

Erkenntnisinteresse von Wissenschaft. Das Irreguläre wurde dabei als störender Faktor ausgeblendet. Diesem Erkenntnisinteresse korrespondierte das Interesse an der technologischen Nutzung wissenschaftlichen Wissens; das Experiment ist in sich selbst jeweils der Prototyp einer Technologie. Der Ausschluß des Unregelmäßigen, die Näherung an die ideale Regelhaftigkeit bildet gerade die Voraussetzung einer funktionierenden Technik. Aber der Anspruch auf Welterklärung enthielt ein Problem. Zwischen der theoretisierbaren, d. h. wissenschaftlich behandelbaren Welt und der erlebbaren klaffte eine Lücke. Es gehört zur Alltagserfahrung, daß die Idealisierungen, die die Wissenschaft macht, nicht zutreffen. Keine reale Maschine arbeitet reibungsfrei. Kein Sommer gleicht exakt dem letzten. In der Wirtschaft herrscht kein Gleichgewicht, sondern ein ständiges Ungleichgewicht der Kräfte. Präzise durchdacht, ist die Grundannahme der Wissenschaft, es gebe wiederholbar einrichtbare Ausgangssituationen, die nach bekannten Gesetzen exakt denselben Veränderungen unterworfen sind und zu identischen Resultaten führen, mit dem Erlebnis der irreversiblen Wirklichkeit, mit der Tatsache von Natur- und Sozialgeschichte unvereinbar.

Aber dieser Vorbehalt wog schwach gegenüber den Erfolgen des Programms, hinter der Verschiedenheit der Phänomene die Regelmäßigkeit des Gesetzes zu entdecken. Newtons Triumph war es gerade, die Bewegung der Planeten am Himmel und die der Körper im Schwerefeld der Erde auf eine Ursache zurückzuführen: auf die Gravitationskraft. In der Thermodynamik war es gelungen, die verschiedensten Effekte und Objekte, die mit dem Phänomen Wärme zu tun haben, unter einer einheitlichen Theorie zusammenzufassen. Wärme war nichts anderes als eine bestimmte Form der Energie.

Die Natur mag komplex sein, ihre Gesetze jedoch sind einfach. Dies charakterisiert auch heute noch unser Naturverständnis: »Doch sollten wir uns vergegenwärtigen, daß die Physik sich nicht mit den komplexen Strukturen und Prozessen der realen Welt befaßt, sondern ausschließlich mit den Regelmäßigkeiten in den Strukturen sowie den reproduzierbaren Gesetzmäßigkeiten in den Prozessen. Bildungsgesetze, Algorithmen, Symmetrien allein können für sich in Anspruch nehmen, (möglicherweise) einfach zu sein, nicht dagegen die komplexen Erscheinungsformen der realen Welt.«[9] Bestätigung findet dieser Glaube an die Einfachheit hinter dem Komplexen oder die Zerlegbarkeit der Welt in überschaubare Teile durch den Erfolg komplexer Technologien, die in der Regel auf einfachen Gesetze aufbauen.

Die klassische Wissenschaft war also weder von ihrem Anspruch (Art des Wissens) noch von der Sicht ihres Gegenstandes (Naturverständnis) her befähigt, sich mit dem Chaos auseinanderzusetzen. Zusätzlich fehlte noch das theoretische wie methodische Rüstzeug. Der überwiegende Teil der Probleme führte zu Gleichungen, die nicht integrabel waren und deshalb nicht analytisch, sondern nur numerisch gelöst werden konnten. Numerischen Lösungsverfahren waren freilich durch den enormen Rechenaufwand Grenzen gesetzt. Um die Bewegung eines Planeten im Gravitationsfeld zweier Sonnen per Hand zu berechnen, benötigte der dänische Astronom Elis Strömgren um die Jahrhundertwende vierzig Jahre und 57 Mitarbeiter.[10] Dieses Beispiel macht den Aufwand deutlich, der für die numerische Behandlung eines relativ einfachen Problems getrieben werden muß. Erst nach der Entwicklung leistungsfähiger Computer war es daher möglich, derartige Rechnungen effizient und vor allem schnell durchzuführen. Chaosforschung wäre ohne Computer nicht möglich gewesen.

Die konzeptionell entscheidende Voraussetzung war die »Entdeckung« der Rekursion. Spätestens im ausgehenden 18. und frühen 19. Jahrhundert setzte sich der Entwicklungsgedanke in den Natur- und Gesellschaftswissenschaften durch. Das Forschungsinteresse verlagerte sich von den reversibel ablaufenden Prozessen der Mechanik und der Gleichgewichtsthermodynamik auf die irreversibel gerichteten Entwicklungen der Sozial- und Naturgeschichte. In den Fossilien fand man frühe Zeugen der Erdgeschichte, und die Geologie wandelte sich von einer reinen Lagerstättenkunde zu einer Wissenschaft, in der die Entstehung und Entwicklung der Erde zum Gegenstand wurde. Darwins Theorie von der Entstehung der Arten konkretisierte den Entwicklungsgedanken in der Biologie, und in der Chemie entstanden um die Jahrhundertwende erste Ansätze einer irreversiblen Thermodynamik, mit der man die offenen und nicht umkehrbar ablaufenden chemischen Prozesse besser zu verstehen hoffte. Diese drei Beispiele verdeutlichen den Beginn eines Umschwungs von »einer Wissenschaft des Seins zu einer Wissenschaft des Werdens«.[11]

Die Vorstellung gerichteter Prozesse löste ältere Vorstellungen von Kreisläufen in Natur und Gesellschaft ab, die sich an den klassischen Gleichgewichtsgedanken anlehnten und die die Reversibilität linearer Prozesse durch die Periodizität zirkulärer Prozesse ergänzten. Statt der Periodizität wurde nun die Rekursivität zum Charakteristikum dieser gerichteten Prozesse. Der Zustand eines Systems zu einem beliebigen Zeitpunkt hängt

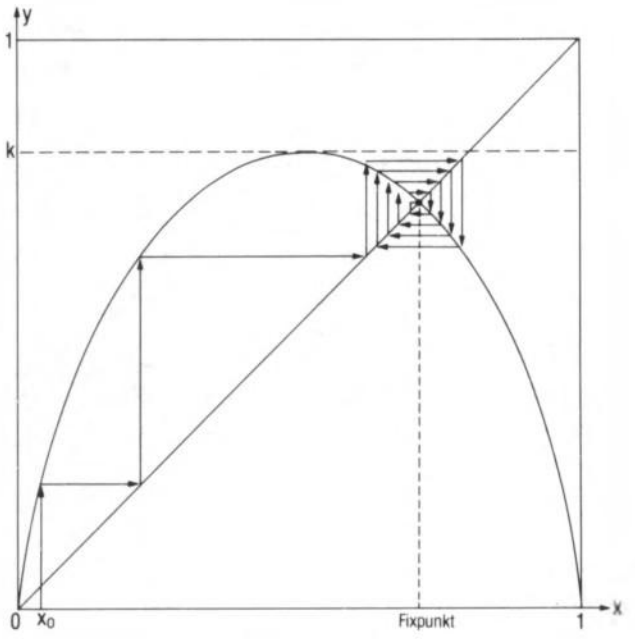
unmittelbar vom vorhergehenden ab; jeder Systemzustand ist Anfangsbedingung für den nächsten.
Reale Prozesse sind rekursiv. Das Wetter heute ist eine Folge des Wetters von gestern, die Börse eröffnet zu den Kursen, mit denen sie am Vortag geschlossen hat. Die Mechanismen der den Prozessen zugrundeliegenden Wechselwirkungen können verschieden sein – sie spielen quasi keine Rolle. Ihre Realisierung als Prozeß erfahren sie allein durch ihre rekursive Schließung. Sie ist die allgemeine Gesetzmäßigkeit der Prozesse. Als Verfahren bei der Lösung von Gleichungssystemen macht die rekursive Schließung die realen Prozesse auf der formalen Ebene sichtbar, die durch die Gleichungen nur abstrakt beschrieben werden. Die Lösung – ein von einem Anfangswert errechneter Wert wird zum Startpunkt des nächsten Rechenschritts – ist nicht mehr die graphische Darstellung der Lösungsfunktion, sondern eine Darstellung des dynamischen Prozesses selbst. Am ehesten macht man sich das an einem einfachen Beispiel klar. Nehmen wir an, ein dynamischer Prozeß würde durch die Funktion

$$y = f(x) = 4\,kx(1-x)$$

dargestellt. Dies ist eine Parabel mit der Scheitelhöhe k, die durch die Punkte 0 und 1 geht. Sie ist der geometrische Ort aller möglichen Zustände dieses Systems. Unklar ist, welche von ihnen das System überhaupt realisiert und wie das System diese Zustände durchläuft: der Reihe nach oder wild hin und her springend. Das wird erst sichtbar, wenn wir beim rekursiven Durchlauf des Gleichungssystems den realen Prozeß simulieren. Ein bereits berechneter Systemzustand wird Ausgangspunkt für einen neuen. Übertragen auf unser Beispiel bedeutet dies, daß wir bei einem Anfangswert x_0 (der Einfachheit halber soll er zwischen 0 und 1 liegen) die Folge der Funktionswerte

$$y_1 = f(y_0),\ y_2 = f(y_1),\ \ldots\ y_n = f(y_{n-1})$$

berechnen. Jetzt können wir die Zustandsfolgen unseres Prozesses sehen. Je nach Wahl des Anfangswertes und des Wertes des Parameters k wandern die Funktionswerte zunächst entlang der Parabel, beginnen dann plötzlich um einen bestimmten Punkt auf der Parabel hin und her zu springen und nähern sich ihm dabei immer mehr. Haben sie ihn erreicht, verlassen sie ihn nicht mehr. Man sagt, die Lösung hat einen Fixpunkt. Der dynamische Prozeß läuft also auf einen bestimmten Zustand zu, in dem er dann für immer verharrt. Die folgende Graphik soll dieses Verhalten illustrieren.
Bei anderen Werten von k existieren komplexere Fälle. Plötzlich sind es zwei Fixpunkte auf der Parabel, zwischen denen die Folge der Funktions-



werte ab einem bestimmten n hin und herspringt. Aus den zwei Punkten können vier werden, dann acht und so weiter. Ab einem kritischen Wert unseres Parameters k springen die Punkte ohne jede Regel auf der Parabel hin und her. Unser dynamischer Prozeß zeigt chaotisches Verhalten. Wichtig ist, sich klar zu machen, daß wir immer denselben Prozeß betrachten, der durch unsere Parabelfunktion dargestellt werden soll. Dem Gesetz unseres Prozesses sieht man weder als Formel noch als graphische Darstellung seine komplexe Dynamik an. »Die Naturgesetze sind nicht außer Kraft – nur helfen sie nicht weiter.«[12]

Mit der Methode der rekursiven Behandlung von Gleichungen besitzt man ein Verfahren, einen dynamischen Prozeß in seiner Prozeßhaftigkeit sichtbar zu machen. Die Rekursion wirkt wie ein Mikroskop. Einzelheiten von Lösungen werden plötzlich sichtbar, die bei ihrer funktionalen Beschreibung unsichtbar blieben. Den Anfang mit der rekursiven Lösung von Gleichungen machte E. N. Lorenz, der sich Ende der fünfziger Jahre anschickte, die Eskapaden des Wetters zu studieren. Er benutzte ein gekoppeltes System von nur drei Gleichungen mit drei Variablen, das er in einem rekursiven Verfahren zu lösen begann. Als Ergebnis seiner Rechnungen erhielt er drei Zahlenreihen für die drei Variablen. Zur besseren Anschaulichkeit ließ er sich die produzierten Zahlenreihen als Graphik ausdrucken. Zu sehen war ein Auf und Ab von Hügeln und Tälern, das sich in gewisser Regelmäßigkeit wiederholte, aber nie zweimal in derselben Weise. »Es gab gewisse Grundmuster, aber durchsetzt von Störungen: eine geordnete Unordnung.«[13] An einem Wintermorgen 1961 wollte Lorenz eine längere Sequenz dieser Muster beobachten. Als Starbedingung wählte er die Anfangswerte vom letzten Ausdruck. Als er nach einiger Zeit den neuen Ausdruck mit

dem alten verglich, traute er seinen Augen nicht. Beide Ausdrucke, die wegen der gleichen Anfangsbedingung nahezu identisch sein sollten, waren nach kurzem Verlauf völlig verschieden. Er hatte zwei grundverschiedene Entwicklungsmuster seines Computerwetters in der Hand. Da dies nicht sein konnte, dachte er zunächst an einen Fehler im Programm oder in der Hardware des Computers. Aber bald verwarf er diese Möglichkeit und erkannte den eigentlichen Grund für die Abweichung: die sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen. Es schien so, als könnte buchstäblich der Flügelschlag eines Schmetterlings den weiteren Verlauf des Wetters drastisch verändern. Der »Schmetterlingseffekt« war geboren – kleine Ursachen können große Wirkung zeigen.

4. Die veränderte Sicht

Der Wert wissenschaftlichen Wissens liegt vor allem in seiner Vorhersagekraft begründet. Kennt man die Gesetzmäßigkeit eines Prozesses, so ist seine Entwicklung berechenbar. Sind die Prozeßvariablen zu einem bestimmten Zeitpunkt bekannt, so kennt man sie für alle späteren Zeiten. Bei reversiblen (konservativen) Prozessen sind auch alle früheren Systemzustände bekannt. Seit Newton kennen wir die Gesetzmäßigkeit der Himmelsbewegungen unserer Planeten. Sind zu irgendeinem Zeitpunkt ihre Standorte bekannt, kennen wir sie für alle Zeiten. Jede Sonnenfinsternis läßt sich ebenso voraussagen wie die Wiederkehr eines Kometen.
Die Vorhersagbarkeit von Systemzuständen ist allerdings noch an eine zweite Bedingung geknüpft: An die Gültigkeit des verschärften Kausalitätsprinzips. *Ähnliche* Ursachen müssen *ähnliche* Wirkungen haben. Diese Verschärfung gegenüber dem klassischen Postulat, daß *gleiche* Ursachen *gleiche* Wirkungen haben müssen, ist erzwungen wegen einer im Prinzip nicht zu unterschreitenden Meßgenauigkeit bei der Einrichtung eines bestimmten Systemzustands als Anfangspunkt einer Entwicklung. Exakt gleiche Anfangsbedingungen sind nicht realisierbar; das klassische Postulat kann nur in den idealisierten Systemen der klassischen Mechanik als gültig unterstellt werden.
Am Wert dieses Postulates zweifelte freilich schon Maxwell, der Erfinder der Elektrodynamik. »Es ist eine metaphysische Doktrin, daß gleiche Ursachen gleiche Wirkungen nach sich zögen. Niemand kann sie bestreiten. Ihr Nutzen aber ist gering in einer Welt wie dieser, in der gleiche Ursachen niemals wieder eintreten und nichts zum zweiten Mal geschieht. Das daran anlehnende physikalische Axiom lautet: Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen. Dabei sind wir aber von Gleichheit übergegangen zu Ähnlich-

keit, von absoluter Genauigkeit zu mehr oder weniger grober Annäherung.«[14]

Die zusätzliche Vermutung, daß benachbarte Systemzustände zu einer *ähnlichen* Entwicklung führen, galt so lange als problemlos, wie die klassische Mechanik das Modell der gesamten Natur war. Es gab daher keinen Grund, an der Gültigkeit dieses Prinzips auch außerhalb der mechanischen Erscheinungen zu zweifeln. Dort, wo ähnliche Ursachen scheinbar unterschiedliche Wirkungen hatten, glaubte man entweder an noch unbekannte Mechanismen im Prozeßablauf oder an den Zufall. Er hatte überall dort seine Hand im Spiel, wo Phänomene ohne erkennbare Ursachen auftraten oder wo Ereignisse nicht notwendigerweise aus einer gegebenen Gesetzmäßigkeit folgten. Im Chaos sind Zufall und Notwendigkeit vereint. Chaotische Systeme sind deterministischen Gesetzmäßigkeiten unterworfen, aber ihre Entwicklung ist aufgrund der sensitiven Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen zufällig.

Lorenz' Simulation des Wetters zeigte diese sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen zum ersten Mal. Kleine, unterhalb der Meßgenauigkeit liegende Abweichungen führen aufgrund ihrer exponentiellen Verstärkung zu einer vollkommen unterschiedlichen Systementwicklung. Am Anfang benachbarte Zustände können schon nach kürzester Zeit beliebig weit voneinander entfernt sein. Diese Fehlerverstärkung ist eine Folge der Rekursion und damit eine Eigenschaft aller natürlichen Prozesse. Trotz deterministischer Gesetze verlaufen sie indeterministisch, ihre Entwicklung wird unvorhersehbar.

Die Chaosforschung hebt den Widerspruch zwischen Determinismus und Chaos, zwischen Gesetzmäßigkeit der Entwicklung und Irregularität der Erfahrung auf. Ordnung und Chaos existieren nebeneinander. Auch das Chaos hat noch eine Art von Ordnung. Ihr Prinzip ist die *Selbstähnlichkeit* und ihr Mechanismus die Rekursion. Selbstähnlichkeit bedeutet ein Muster im Muster, das sich in unterschiedlichen Maßstäben unendlich oft wiederholt, weil die Rekursion als Erzeugungsmechanismus in allen Maßstäben musterbildend wirkt. Ordnung dagegen ist die strikte Wiederholung eines Musters. Chaos ist kein völlig ungeordneter Wirrwarr, sondern ein durch Rekursion erzeugtes »geregeltes« Durcheinander.

Daß mit mathematischer Genauigkeit die Unvorhersehbarkeit der Entwicklung rekursiver Prozesse modelliert werden kann – das ist im Kern die Revolution unserer Weltsicht durch die Chaosforschung. Das schließt die Berechenbarkeit technischer Konstruktionen nicht aus. Aber diese verlieren ihren paradigmatischen Charakter: das Universum ist kein Uhrwerk, der Planet keine Maschine, die Lebewesen sind keine Automaten, das soziale

Zusammenleben fügt sich keinem Plan. Nolens volens sind diese Erkenntnisse in den letzten Jahrzehnten gerade durch die Folgen der Technokultur entstanden, die durch das klassische Modell der Wissenschaften getragen war: Überall kommt alles anders, als die Planungen erwarten ließen. Der Standardvorwurf ist im nachhinein leicht geäußert: Politiker und Ökonomen hätten die Komplexität der Eingriffe unterschätzt und in primitiven Modellen linearer Kausalität gedacht. Aber der Vorwurf geht am Kern vorbei: Prognosen sind in der Regel nicht möglich, verallgemeinerungsfähige Lösungen eines Problems gibt es nicht, und es ist keine Sache der Erfahrung, den richtigen Weg gefunden zu haben. Denn die Situationen wiederholen sich niemals exakt; und ähnliche Ursachen haben unähnliche Wirkungen.

Vielmehr stellt die Chaosforschung die gesamte Idee der Planung – der ökologischen wie der sozialen – auf eine harte Probe: Wenn Planungen Eingriffe in rekursive Systeme sind, dann ist der Ausgang dieser Planungen allemal ungewiß. Sie sind Anstöße in evolutionäre Richtungen – nicht mehr, aber eben auch nicht weniger. Zu glauben, man könne die Planung komplexer Systeme, die nicht wegen der Vielzahl der Komponenten, sondern wegen deren rekursiver Vernetzung komplex sind, an ihrem Erfolg messen, ist grundsätzlich illusorisch. Selbst wenn es so kommt, wie man erwartet, besagt dies nichts über die Wiederholbarkeit. All die schönen Instrumente, die in den letzten 20 Jahren im Bereich der Risikoforschung und der Technikfolgenabschätzung entwickelt worden sind, taugen vielleicht dazu, aus Vorsicht gewisse Planungen zu unterlassen. Aber sie können keine verläßliche Auskunft über die Wirkungen dessen geben, was unternommen wurde. Es gibt keinen schnelleren Weg, Auswirkungen von Handlungen zu erkennen, als sie zu erleben.

Die politische Funktion der Planungsexperten ist nicht die der Prognose, sondern die des Experiments: Die Planung eines Großflughafens oder eines Kernkraftwerkes ist die Planung eines Experiments. Man richtet gewisse Anfangsbedingungen ein, modifiziert die Mechanismen und registriert unerwartete Effekte. Planung im Sinne einer der Realisierung von Vorhaben dienenden theoretischen Darstellung zusammenhängender Handlungsschritte wird immer von der Wirklichkeit überrollt. Ihre Grenze liegt – jedenfalls für alle Systeme, die nicht einer laborartigen idealisierten Isolation unterworfen sind – nicht an einem Mangel an Wissen. Denn rekursive Systeme zeigen ihre berechenbare Unberechenbarkeit schon im deterministischen Fall, der den Zufall nicht kennt.

Anmerkungen

1 Das Verhältnis von Zufälligkeit und Chaos ist begrifflich nicht ganz leicht zu klären. In probabilistischen Theorien wird zufällig ein *Ereignis* genannt, für dessen Auftreten oder Nichtauftreten keinerlei theoretische Notwendigkeit spricht: Die Ereignisse sind (je nach Metatheorie) epistemisch oder sogar ontologisch indeterminiert. In Chaostheorien sind die Ereignisse dagegen theoretisch determiniert, aber es gibt keinerlei theoretische Möglichkeit, ihr Auftreten vorherzusagen.

2 *dtv Lexikon der Physik*, München 1970.

3 Friedrich Hund: *Geschichte der physikalischen Begriffe*, Mannheim/Wien/Zürich 1968.

4 I. Prigogine, I. Stengers: *Dialog mit der Natur*, München 1980, S. 70.

5 Vgl. I. Kant: *Allgemeine Naturgeschichte oder Theorie des Himmels*. Akad. Ausg. Bd. VII, S. 20-69.

6 Im Zentrum der Analyse stand das Chaos bzw. der Zufall in der »statistischen Mechanik«. Ihre Aufgabe bestand darin, das chaotische Zusammenwirken vieler Teilchen mit Hilfe des Konzeptes der Wahrscheinlichkeit zu deuten. Dabei interessierten vor allem deren mittelbares Verhalten wie mittlere Geschwindigkeiten und Energien sowie makroskopische Wirkungen (Temperatur, Entropie etc.), die eine Gesamtheit von mikroskopischen Teilchen erzeugt.

7 H. Poincaré, zitiert nach R. Breuer: »Chaos«, *GEO* 7, 1985, S. 47.

8 I. Prigogine. I. Stengers, a. a. O., S. 47.

9 Manfred Eigen: »Biologische Selbstorganisation: Eine Abfolge von Phasensprüngen«, in: K. Hierholzer/H.-G. Wittmann (Hg.): *Phasensprünge und Stetigkeit in der natürlichen und kulturellen Welt*, Stuttgart 1988, S. 115.

10 Wir entnehmen dieses illustrative Beispiel dem Artikel von R. Breuer über Chaos, a. a. O., S. 44.

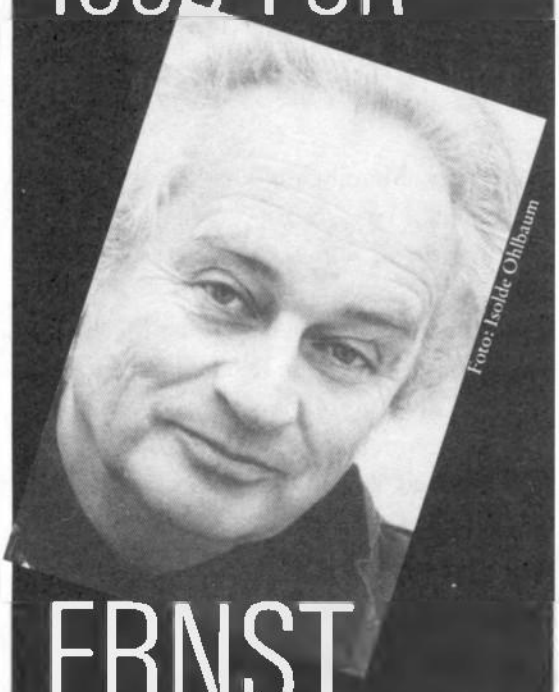
11 I. Prigogine: *Vom Sein zum Werden*, München 1985.

12 R. Breuer, a. a. O., S. 46.

13 J. Gleick: *Chaos*, München 1988, S. 27.

14 J. C. Maxwell, zitiert nach U. Decker, H. Thomas, in: *Bild der Wissenschaft* 1/1983, S. 65.

KLEIST PREIS 1989 FÜR



ERNST AUGUSTIN

»Das einzige Mittel gegen Mythenträume ist die Magie gelungener Literatur. Und dabei darf einiges, wofür man die deutsche Literatur kaum mehr für fähig hielt, bei Ernst Augustin skrupellos genossen werden. Hochspannung, Selbstironie, Understatement und ein weltoffener, intelligenter Humor – natürlich ein abgründiger.« *Martin R. Dean, Die Weltwoche*

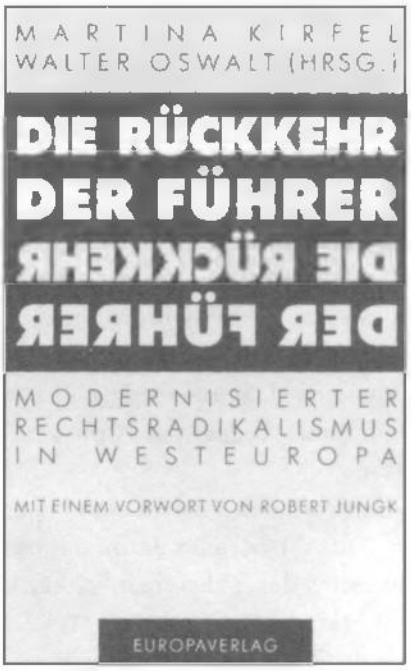
Der amerikanische Traum
Roman. 239 Seiten. Leinen. DM 30,–

Mamma
Roman. 336 Seiten. Leinen. DM 20,–

Raumlicht: Der Fall Evelyne B.
Roman. 272 Seiten. Leinen. DM 32,–
Auch als suhrkamp taschenbuch st 660. 270 Seiten. DM 7,–

Eastend
Roman. 252 Seiten. Leinen. DM 32,–
Auch als suhrkamp taschenbuch st 1176. 252 Seiten. DM 10,–

SUHRKAMP



Paperback, 13 × 20,8 cm,
356 Seiten,
DM 39,80, öS 298,–
ISBN 3-203-51086-3

Martina KIRFEL/Walter OSWALT

DIE RÜCKKEHR DER FÜHRER

Modernisierter Rechtsradikalismus in Westeuropa
Mit einem Vorwort von Robert Jungk

In den Institutionen sitzen sie schon längst, jetzt erobern sie auch die Parlamente. Sie haben die alten Ideen und ein neues Image. Die Rückkehr der Führer ist das erste Buch über die Entwicklung des neuen modernisierten Rechtsextremismus in Westeuropa. Journalisten, Historiker und Politologen berichten aus zehn Ländern über dessen Erfolg.
Mit Beiträgen von Lothar Baier, Detlev Claussen, Iring Fetscher, Bartholomäus Grill (Die Zeit), Klaus Hartung (taz), Andreas Heller (Weltwoche), Rolf Hochhuth, Claus Leggewie, Claudia Michels (Frankfurter Rundschau), Alain Rollat (Le Monde), Gerhard Zwerenz u. v. a.

EV EUROPAVERLAG

Bernd Mahr
Chaos-Connection
Einwände eines Informatikers

1.

Die Erforschung des Chaos soll zur Erkenntnis der Ordnung des Universums führen. Ordnung und Struktur, Gesetze und Vorhersagbarkeit, ganz allgemein, gelten als Ziel jeder Erkenntnis. Chaos dagegen bezeichnet Regellosigkeit, Ungeordnetes und Undurchdringliches. So liegt in den Begriffen der Chaosforschung und Chaostheorie ein Widerspruch, der Interesse weckt und der die damit befaßten Wissenschaftler gleichsam zu Helden im Kampf gegen unerforschte Mächte erhebt, sie zu Pionieren werden läßt, die uns in Regionen unerforschlicher Wirklichkeit führen. Gleichsam in einem Dokumentarfilm ihrer Wanderung auf unendlichen Wegen in Gebieten endlicher Fläche zeigen sie uns Formen von unerklärlicher Regelhaftigkeit und Wiederkehr und von nicht vorausgesehenen Verzweigungen. Die fraktale Geometrie macht Bilder schaubar, die als Wunder der Natur gelten. Sie malt planimetrisch nicht faßbare Figuren, wenn gerade Linien und endliche Längen erwartet werden.

Es ist ein reichhaltiger Widerspruch in den Nominalkompositionen mit Chaos, der soviel Metaphorik provoziert und soviel Mystik einer Wissenschaft. In ihrem Kern mathematisch, befaßt sich die Chaostheorie mit dem Studium nichtlinearer dynamischer Systeme. Schon in einfachen Fällen sind solche Systeme nichtlinearer Differentialgleichungen mathematisch nicht lösbar und numerisch nur schwer durch lineare Approximation zu simulieren. Sie beschreiben als mathematisches Modell dynamisches Verhalten durch Zahlen meßbarer Größen und dienen dazu, komplexe Zusammenhänge zu erfassen, die den Verlauf der Bewegung im System bestimmen: die Änderungen des Wetters in der Meteorologie, die Turbulenzen bei der Ausbreitung von Wärme oder Gasen, die Bildung von Wolkenformationen, die Ausschläge eines Pendels, die Entwicklung der Baumwoll- oder Goldpreise auf dem Weltmarkt, die Kontraktionen der Kammern eines Herzens oder das langsame Wachstum von Pflanzen. Da wohl alles irgendwie fließt, ist die Liste der Beispiele nicht absehbar. Gegebene Gleichungssysteme modellieren dabei die wirkliche Bewegung über die Ähnlichkeit des Verlaufs und erlauben so, wenigstens im Prinzip, Entwicklung oder Zustände

vorherzusagen. Da Gleichungssysteme naturgemäß von der Vielfalt der Einflußgrößen wirklichen Verhaltens abstrahieren und die komplexen Zusammenhänge auch nur arithmetisch und über urteilende Beobachtung erfaßt werden, ist die Adäquatheit eines solchen Modells nur empirisch durch Experimente oder Erfahrung bewertbar.
Es hat sich nun gezeigt, daß schon einfache Systeme nichtlinearer Differentialgleichungen, die ja die Veränderung von Zahlengrößen deterministisch beschreiben – es ist also kein Zufall im Spiel und auch keine Unbestimmtheit –, Verläufe ihrer Parameterwerte zeigen, die unerwartet verzweigt, offenbar sich niemals wiederholend und doch in ihrer allgemeinen Form bestimmt sind und die der Vermutung widersprechen, sie würden notwendig in einen stabilen Zustand der Ruhe oder zyklischen Wiederholung übergehen. Es wurde außerdem erkannt, daß bereits geringfügige Veränderungen der Anfangswerte im System drastisch anderes Systemverhalten hervorrufen können und daß die Übergänge zu erratischem Verhalten mit Phasenverzweigungen einhergehen, die sich regelhaft und universell ereignen.
Solche Verläufe werden Chaos genannt, da sie nicht vorhersagbar sind, offenbar unendlich vielfältig und den unergründeten Formen der Natur zu gleichen scheinen. Daß dennoch Regelhaftigkeit und Formbestimmung gefunden wurden, mathematisch und experimentell, ist der Ausgangspunkt der Chaostheorie und Chaosforschung.
Die Beobachtung des Chaos wurde zunächst nicht mit mathematischen Mitteln ermöglicht, sondern durch direkte Anschauung und Experimente mit Computern. Die nichtlinearen Gleichungen kann man sich dabei als Inhalt eines im übrigen schwarzen Kastens vorstellen, dessen Ausgang rückgekoppelt ist und der im oft langen Prozeß ungezählter Wiederholungen seine Ausgaben zu Eingaben im nächsten Schritt macht. Für solche Experimente ist keine große Rechenleistung erforderlich. Der Übergang zum Chaos hängt von der Wahl der Anfangsparameter ab und von der Zahl der Iterationen.
Zu den charakteristischen Arbeitsmitteln der Chaosforschung gehört neben dem Computer auch die Grafik. Die Visualisierung der gefundenen Verläufe in Kurven, Pattern oder in auf bestimmte Weise umgerechneten Bildern, die das Chaos zeigen, dient dabei aber nicht nur dem Beleg der Beobachtung, sondern auch der Anschauung für die Entwicklung der Theorie und vor allem einer ästhetischen Befriedigung. Die mit der Chaostheorie entstandene Computergrafik ergänzt so das mathematische und experimentelle Studium der nichtlinearen Dynamik.
Die Existenz chaotischen Verhaltens nichtlinearer Systeme und der Nach-

weis von Ordnung und Struktur im Chaos führen natürlich zu einer Fülle von Fragen und Aufgabenstellungen:
Ist nun etwa der Beweis erbracht, daß jedes noch so gute Gleichungsmodell für das Wetter als Instrument der Vorhersage unvermeidlich untauglich werden kann, oder ist sogar bewiesen, daß es Wetter- und Klimaverhältnisse gibt, die keine Vorhersage mehr gestatten?
Haben wir jetzt eine Erklärung für das lebensgefährliche Herzflimmern, und ermöglicht uns diese Erklärung bessere Therapien?
Ist nun die Entwicklung der Baumwollpreise auf dem Weltmarkt in ihren unerklärten Schwankungen erklärt, und ergibt sich etwa daraus, daß Spekulation niemals rechnerisch vollständig beherrschbar sein wird?
Solche Fragen sind real und teilweise auch beantwortbar. Aber die Allgemeinheit des Modells dynamischer Systeme, die beobachteten und visualisierten Phänomene chaotischen Systemverhaltens und die Kraft des Widerspruchs in den Begriffen der Chaostheorie und Chaosforschung verleiten zu allgemeineren Fragen und zum Postulat eines Paradigmenwechsels. Das hat zur Folge, daß sich Verwirrung und Mystik verbreiten und Bilder einer Wissenschaft entstehen von metaphysischer Kraft.

2.

Die Mystik des Chaos entwickelt sich offenbar weitgehend unbemerkt beim Übergang von realer Beobachtung zu den sich anschließenden Fragen und Bewertungen. Chaos hat Ordnung und Struktur als Gegensatz, Gesetz und Vorhersagbarkeit und ist deshalb gleichsam als allumfassendes Untersuchungsfeld Vorbedingung jeglicher Art von Forschung und Erkenntnis. Mit Chaos als Gegenstand der Erkenntnis aber, und nicht nur als deren Vorbedingung, geht es am Ende um nicht weniger als alles. Nach den grundlegendsten Annahmen unserer Wissenschaft gilt nichts als im Prinzip unerforschlich und jede Erkenntnis als Landgewinnung in einem Meer der Regellosigkeit, Unordnung und Undurchdringbarkeit. Deshalb sind die allgemeineren Fragen der Chaosforschung auch auf transzendentalem Gebiet angesiedelt. Sie werden im Grenzgebiet der Wissenschaftswissenschaft gestellt, können auf eine Antwort aber nur aus dem Jenseits hoffen.
So gesehen, und viele der Chaosforscher spielen zumindest mit dieser Sicht, gleicht das neue Forschungsprogramm dem Unternehmen der Alchemie, die Natur der Materie zu beherrschen und in langen, teils jahrelangen Prozeduren die Struktur von Stoffen zu verwandeln. Es ist kein Gold daraus geworden, aber zum Beispiel Porzellan, Phosphor, Glaubersalz und Salzsäure. Was damals die Phiole war, ist heute der Computer, und die mystische Kraft im Experiment, die als Geheimnis der Mitteilung bedurfte und

damit des Schutzes esoterischer Zirkel, ist heute die Technik für Eingeweihte, die sich in den Kreisen verbreitet, welche die »heimlichen Überzeugungen« eines eigenen Paradigmas teilen und oft, durch die Universalität ihrer Unternehmung bestärkt, das Versagen der klassischen Wissenschaft anklagen.

Am Computer zu sitzen und nichtlineare Funktionen als Iterationsverfahren zu ›mißbrauchen‹ und die Flut der Werte auf die komplexe Ebene abzubilden, ist nicht Physik oder Meteorologie, nicht Mathematik oder Informatik, ist eben zunächst nichts, was sich einordnen ließe, und deshalb im Rahmen der Wissenschaft eine Art revolutionärer Keim, der die imperialistische Macht klassischer Disziplinen, die an der Form ihrer Ergebnisse und an den Mitteln ihrer Methoden festhalten, niederzureißen beginnt.

Es ist seit Kuhns Buch zur Struktur wissenschaftlicher Revolutionen vor zwanzig Jahren sehr viel über den unscharfen Begriff des Paradigmas philosophiert worden. Paradigmenwechsel als regelhaftes Prinzip des Erkenntnisfortschritts, die aber nicht notwendig zur endgültigen Wahrheit führen, sondern in ihrem Verhältnis zur beobachteten Natur wie die Wechsel im Blick auf ein Vexierbild – Vase oder Gesichter – sich als Übergänge von einer zu einer anderen Betrachtungssphäre verstehen lassen, wurden dabei überall aufgespürt oder inszeniert. Die Voraussage der Zukunft, ihre Vorwegnahme, die Inanspruchnahme des Paradigmenbegriffs und das Postulat unausweichlicher oder längst fälliger Paradigmenwechsel gehören heute zum festen Bestandteil wissenschaftlichen Tuns. Neue Ideen, oder auch Ideen, die neu verstanden werden, erscheinen heute nur selten als einfacher und direkter Gedanke, sondern eher als Kräfte eines Angriffs, die, nachdem sie ins Feld geführt sind, sofort taktisch gesichert werden müssen, um Gegenangriffen zu widerstehen. Diese alte Regel der Kriegskunst, die hier dem philosophischen Befestigungsbau dient, soll im Kampf um Forschungsgelder und wissenschaftlich-soziale Anerkennung zum Sieg verhelfen. Was gute Gedanken alleine nicht leisten können, soll schließlich die Beherrschung ihrer Metaebenen bringen. Die Chaostheorie ist ein Paradebeispiel solcher Streitbarkeit. Nicht dort, wo sie als Theorie nichtlinearer Systeme um ihre Mathematisierung ringt oder im Experiment Belege in der Natur sucht, sondern dort, wo sie den Anspruch erhebt, die Ordnung des Universums zu erklären, und die Fanfaren bläst für den Holismus in der Physik. Hier wird tatsächlich ein neues Paradigma beschworen, eines, das der Erforschung der Elementarteile, der konstruktiven Beschreibung von Wirkungen und dem Glauben der Bestimmbarkeit und Vorhersagbarkeit von Systemverhalten entgegentritt. Das globale Denken, die Beschreibung des Ganzen in einfachen Gesetzen, die Rückführung auf allgemeinste Prinzi-

pien wie Nichtlinearität und Rückkopplung, die Strukturen ungeahnter Komplexität erzeugen können: diese paradigmatischen Prinzipien der Naturforschung werden dem alten Atomismus entgegengehalten.
Die Chaostheorie kann natürlich auf Beispiele des Erfolgs ihrer Sicht verweisen, aber die Frage nach dem Erklärungswert bleibt offen. Ist es denn wirklich so, daß in der Nichtlinearität und in der Rückkopplung schon alle Voraussetzungen angelegt sind, so reiche Strukturen wie das menschliche Gehirn zu verschlüsseln und zu entfalten? Das müßte man doch erst einmal sehen. Ähnlichkeit der Struktur ist zu wenig, um das Besondere des menschlichen Gehirns zu erfassen – zumal ja auch Farnkräuter ihm ähnlich sind und Kohlköpfe. Allzuleicht entwickelt sich hier eine Theorie bodenloser Weisheit, die sogar noch in der Selbstorganisation der Wissenschaft und in der Struktur ihrer wissenschaftlichen Revolutionen einen Beleg für ihre Wahrheit sucht und im Prinzip der Selbstähnlichkeit die Wunder der Natur. Ich glaube, das ist alles nur Ästhetik. Warten wir es ab. Wenn Zeit ist, zu fragen, was genau gemeint ist und woher das alles gewußt wird, werden sich Metaphysik und Reales schon trennen.

3.
Informatik hat mit Chaostheorie direkt wenig zu tun. Auch wenn es an vereinzelten Stellen Berührungspunkte gibt, ist die Welt der Informatik traditionell diskret, konstruktiv und mit bedeutungstragenden Einheiten versehen. Sie ist ihrem Wesen nach keine Naturwissenschaft, sondern den Ingenieursdisziplinen verbunden und um Grundlagen, Konzepte und Anwendungen der Informationstechnik bemüht. Es geht ihr also nicht primär um Erkenntnis und Weltverstehen, sondern um den Bau eines künstlichen Universums von Programmen und Maschinen.
Genauer betrachtet läßt sich diese Abgrenzung jedoch nicht in jeder Hinsicht aufrechterhalten, denn die natürliche Welt mit ihrer Natur, Kultur, Arbeit und Gesellschaft ist nicht nur der vorgegebene Rahmen, mit dem dieses künstliche Universum harmonisieren muß, sondern auch Vorbild und Lieferant von Ideen. Auch wenn das noch überhaupt nicht selbstverständlich ist, müßte doch der Entwickler eines verteilten Systems autonomer Prozesse, das die verzweigten Aktionen im alltäglichen Bankverkehr automatisiert, nicht nur die Arbeitswelt der Banker studieren, sondern auch bei Spinoza, Hegel und Kant nachlesen, um zu verstehen, welchen Begriff von Autonomie er implementiert. Ganz analog müßte ein Computerarchitekt mehr lernen als die elektronischen Grundlagen logischer Schaltungen. Prinzipien der Verwaltung von Information und die Formen ihrer Organisation im Denken, in der Arbeitswelt und in der Natur müßte er verstehen,

um mehr als ein Bastler zu sein. So wird klar, daß die Informatik nicht ohne Erkenntnis und Weltverstehen auskommt und daß biologische und soziale Systeme, Strukturen bewußter und nichtbewußter Organisation und die Genese kognitiver Leistungen des Gehirns mit wachsendem Anspruch mehr und mehr zu ihren Grundlagen gehören.

Es ist daher nicht unverständlich, wenn an manchen Ecken dieser Wissenschaft Neuerer die traditionelle Welt der bedeutungstragenden Einheiten, des Diskreten und der Konstruktion, des Deterministischen, Exakten und Vollständigen, des Vorhersagbaren und theoretisch Abgesicherten verlassen wollen und ein neues Paradigma schaffen. Die traditionelle Computerwissenschaft habe mit ihren Konzepten versagt und habe den Anspruch der Entwicklung künstlicher Intelligenz nicht einlösen können, argumentieren sie und setzen aufs Ganze. Eine Schwesterbewegung zur Chaostheorie hat sich dabei entwickelt. Sie sucht ebenfalls ihr Heil in der Kraft des globalen Denkens, gleicht dieser auch in ihrem universellen Anspruch und zeigt einen ausgeprägten esoterischen Charakter in ihren jungen Jahren. Wie die Chaostheorie lebt sie von der Faszination, die in einfachen Gesetzen zur Steuerung komplexen Verhaltens liegt und in der Hoffnung, die Natur lasse sich direkt simulieren, auch ohne daß man Bedeutung und Wirkung jedes einzelnen Teilchens versteht. Sie heißt Konnektionismus und gleicht ihrer Schwester in vieler Hinsicht.

Im Kern geht es um die Frage des Rechnens: Wie kann man eine Maschine bauen, die intelligentes Verhalten zeigt? Etwa das Lösen kombinatorischer Aufgaben, das Erkennen und Verstehen von Bildern, das Übersetzen und Verstehen natürlicher Sprache, die Koordination komplexer Bewegungen und ähnliches. Die Suche nach künstlicher Intelligenz geht dabei von der Annahme aus, daß »die Essenz des mentalen Lebens eine Menge von Prinzipien ist, die gleicherweise für Menschen und Maschinen gelten«. Der Informatik als Ingenieursdisziplin, die an der Automatisierung alltäglicher Arbeitsvorgänge arbeitet, an Textsystemen, Bürokommunikation, computergestützter Planung und Arbeit, an Auskunfts- und Datenverwaltungssystemen etwa, steht hier eine beinahe naturwissenschaftliche Disziplin zur Seite, der es stärker um Erkenntnis und Weltverstehen geht, die nur leider wegen ihrer Ansprüchlichkeit manchmal schwer erträglich ist. Angesichts magerer Erfolge läßt einen die Aussage, »künstliche Intelligenz sei das größte Projekt der Menschheit«, nicht weniger verstummen als der Marschbefehl der Chaostheorie zur Ergründung der Ordnung des Universums. Nun, in diesem größten Projekt der Menschheit gibt es Meinungsverschiedenheiten, die zu griffigen Standpunkten formuliert wurden: symbolische Künstliche Intelligenz und konnektionistische Künstliche Intelligenz.

Die symbolische Künstliche Intelligenz teilt mit der Informatik als Ingenieursdisziplin eine Menge von Überzeugungen und ist deshalb in den letzten Jahren auch zunehmend mit ihr verflochten. Diesem Bündnis tritt nun der Konnektionismus entgegen, greift auf vergessene Ideen zurück und fordert Finanzierung und wissenschaftlich-soziale Anerkennung. Weniger die Vorführbeispiele als die Begleitpropaganda zu den ins Feld geführten Ideen und der ungewöhnlich aufwendige philosophische Befestigungsbau werden zu einer Erfüllung der Forderungen führen. Ähnlich der Chaostheorie wird sich der Konnektionismus als herausgehobene wissenschaftliche Unternehmung aber schließlich in anderen Wissenschaftsdisziplinen auflösen, weil er sich weniger über seine Methoden als über seinen Anspruch definiert. Bis dahin verspricht er, ähnlich der Chaostheorie, die lang ersehnte Eleganz in der Modellierung der Wirklichkeit, die Selbstorganisation der Systeme und die Befreiung von der Schwere im Detail.

4.

Grundlage der Bemühungen um symbolische Künstliche Intelligenz sind Überzeugungen, die ihre Wurzeln in der Logik und Rekursionstheorie haben, also bei Kleene, Gödel und Herbrand, und in den Maschinenkonzepten von Turing und von Neumann. Zahlen und Symbole repräsentieren Bedeutungen, und Rechnen und logisches Schließen werden durch Anweisungen und Regeln beschrieben, die ihrerseits wieder als Zahlen und Symbole repräsentiert werden können. Seit Boole hat sich eine Theorie des logischen Schließens entwickelt, die über das Studium von Figuren wie etwa dem modus ponens, dem modus barbara, dem Syllogismus oder der reductio ad absurdum hinausgehen, die ja schon Thema bei Aristoteles und bei den Scholastikern waren. Für gewisse Formen von Aussagen wurden endliche universelle Mengen von Schlußregeln gefunden, mit denen jede gültige Folgerung auch bewiesen werden kann; für andere Formen wurde gezeigt, daß solche universellen Mengen nicht existieren. Direkt an diese Tradition mit ihren weit zurückliegenden philosophischen Wurzeln knüpft die symbolische Künstliche Intelligenz an und formuliert ein Programm, das Richtschnur für Forschung und Entwicklung wird; aber nicht nur dafür, auch für die Ansprüche, von denen die Arbeit begleitet wird.

Newell und Simon stellen die sogenannte ›Physikalische Symbolsystem-Hypothese‹ auf und erklären:

»Ein physikalisches Symbolsystem besitzt notwendige und hinreichende Mittel für allgemeine intelligente Aktion. Mit ›notwendig‹ meinen wir, daß jedes System, das allgemeine Intelligenz zeigt, sich bei einer Analyse als ein physikalisches Symbolsystem herausstellen wird. Mit

›hinreichend‹ meinen wir, daß jedes genügend große physikalische Symbolsystem so weiterentwickelt werden kann, daß es allgemeine Intelligenz zeigt.«

Dabei meint ›allgemeine intelligente Aktion‹ rationales Verhalten und ›rational‹, daß die Kenntnis, eine Aktion führe zu einem gewünschten Ziel, auch zur Wahl dieser Aktion zur Erreichung des Ziels führt. Schließlich wird ein physikalisches Symbolsystem als ein physikalisch realisierter universeller Computer verstanden. Auf dieser Ebene unterscheiden sich also Rechenmaschine und Gehirn nicht, denn sie werden in einem neuen Begriff, dem physikalischen Symbolsystem, identifiziert. Ziele, Überzeugungen und Wissen werden dabei als Symbolstrukturen formalisiert, und kognitive Leistungen werden in Regelsystemen und heuristischen Suchverfahren eingefangen. Auf der Grundlage dieser Hypothese ist die Suche nach Künstlicher Intelligenz mit vielfältigen Entwicklungen verbunden: Wissensrepräsentation, Suchtechniken, Kalküle des Schließens, Modellstrukturen. Die Forscher bauen experimentelle Systeme mit Lern- und Problemlösungsfähigkeiten und suchen Anwendungen in der Übersetzung und im Verstehen natürlicher Sprache, in der Bildverarbeitung, in der Robotik und bei der Modellierung von Expertenwissen. Besonders zu Beginn dieser Tätigkeit formulieren sie überzogene Ansprüche und verbreiten unrealistische Vorstellungen. Ihr Unternehmen, einen allgemeinen Problemlöser zu finden, und die inzwischen verjährte Prognose, Künstliche Intelligenz werde sich in nicht mehr als 20 Jahren entwickeln lassen, haben viele Gegner auf den Plan gerufen, aber dennoch als Vision zu Forschungsgeldern und zu einer Etablierung in der Theorie- und Ingenieursdisziplin Informatik geführt, in der sie ja viele ihrer Überzeugungen wiederfinden.

Sosehr der KI der Einzug in die Datenverarbeitung gelungen ist, sosehr steht der Erfolg ihres naturwissenschaftlich-erkenntnistheoretischen Anspruchs in Frage: Was haben wir über Gehirn und Geist gelernt? Wie läßt sich echte Expertenfähigkeit in Wissen, Schlußregeln, Modellstrukturen und Suchtechniken kodieren? Wie können Symbolsysteme die Unschärfen der Alltagsvernunft erfassen? Müssen wir nicht bei der Erkennung von Bildern und Sprache platonische Objekte entwickeln, die ja nur Ideen sind? Und schließlich die Fragen, ob nicht das Gehirn eigentlich selbständig Intelligenz entwickelt und die Wahrnehmung auf einer Ebene stattfindet, die unterhalb der symbolischen liegt. Simon hatte noch 1980 formuliert: »Alles an der Kognition Interessante passiert oberhalb der 100-Millisekunden-Ebene, die Zeit, die man braucht, die eigene Mutter zu erkennen.« Heute wird diese Proklamation umgekehrt und gefragt, was denn unterhalb der 100-Millisekunden-Ebene geschieht. Nicht nur die gesellschaftliche Akzep-

tanz und die soziale Verträglichkeit der KI-Systeme werden hinterfragt, sondern jetzt auch die Grundannahmen ihrer Entwicklung.
Anders als Turing in seinem Turing-Test, wo mit der Simulation kognitiver Leistungen der Computer am Menschen gemessen wird, vergleicht John von Neumann den Computer mit der neurologischen Struktur des Gehirns und fordert eine neue Automatentheorie, die es erlaubt, Rechner mit Fehlertoleranz und Regenerationsfähigkeiten zu bauen. Damals noch utopisch, führten solche Ideen zur Theorie der zellularen Automaten, die ganz anders funktionierten als das auf dem Turing-Modell beruhende Konzept des von-Neumann-Rechners. Computer und Gehirn waren zur Zeit der ersten Digitalrechner ein ungleiches Paar. Bei drei- bis dreißigtausend aktiven Elementen, langsamen elektronischen Röhren, waren Computer in der Zahl ihrer Schaltglieder, ihrer Geschwindigkeit, Speicherkapazität und mit ihrer seriellen Arbeitsweise dem menschlichen Gehirn um überdimensionale Größenordnungen unterlegen. Heute ist das anders. Transistoren können millionenfach schneller schalten als Neuronen, und die Zahl der Transistoren moderner Digitalrechner ist nicht wesentlich kleiner als die Neuronenzahl im Gehirn. Die Gesamtzahl der möglichen Schaltvorgänge pro Sekunde beträgt nach bestem Wissen im Gehirn etwa 10^{13}, im Computer aber 10^{18}, ist also hunderttausendmal größer.
Wenn nicht an der Schaltkapazität, woran liegt dann die mangelnde Intelligenzleistung der Computer? Hier sind wir bei der Kernfrage. Einige der vielen Antworten lauten: in der mangelnden Auslastung der Kapazität, in der geringen Parallelität der Aktionen, in der vergleichsweise kleinen Speicherkapazität, im allgemeinen Organisationsprinzip und in der Annahme, Intelligenz hänge an bedeutungstragenden Einheiten, Symbolen, Regeln und Steuerungsstrategien, deren Interaktion in handgearbeiteten Programmen zu beschreiben sei.
Wie aus der Fülle der proklamatorischen Schriften hervorgeht, sind viele für einen Paradigmenwechsel bereit. Denn es ist offensichtlich, daß ein Computer wohl den Verkehr über eine Ampelanlage steuern, in absehbarer Zeit aber noch nicht selbst sicher über die Straße gehen kann.

5.
Turings und von Neumanns Rechnermodell und in Folge davon die allermeisten Computer bis auf den heutigen Tag arbeiten mit einer symbolischen Repräsentation der Welt, für die sie rechnen. 1949, fünf Jahre nach dem Bau des ENIAC, als John von Neumann am Johniac arbeitete, an der Wasserstoffbombe, der Thermodynamik, der Meteorologie und der Theorie zellularer Automaten, wurde vorgeschlagen, daß eine Menge von Neu-

ronen dadurch lernen könnte, daß bei gleichzeitiger Reizung zweier Neuronen die Stärke ihrer Verbindung vergrößert würde. Frank Rosenblatt folgte dieser Idee und entwickelte aus ihr eine Alternative zum Konzept künstlicher Intelligenz in symbolverarbeitenden Maschinen:

»Viele der Modelle, die diskutiert wurden, beschäftigen sich mit der Frage, welche logische Struktur ein System besitzen muß, um eine Eigenschaft X darzustellen ...
Ein alternativer Weg, auf diese Frage zu schauen, ist folgender: Was für ein System kann die Eigenschaft X (im Sinne einer Evolution) hervorbringen? Ich glaube, wir können in einer Zahl von interessanten Fällen zeigen, daß die zweite Frage gelöst werden kann, ohne die Antwort zur ersten zu kennen.«

1956 konnten mit einem Computerprogramm von Newell und Simon einfache Puzzle gelöst und Theoreme der Aussagenlogik bewiesen werden. Im selben Jahr ist Rosenblatt in der Lage, ein künstliches neuronales Netzwerk, Perceptron genannt, lernen zu lassen, gewisse Arten ähnlicher Pattern zu klassifizieren und unähnliche auszusondern. Newell und Simon sehen in ihrem Erfolg die Existenz denkender, lernender und kreativer Maschinen, die in absehbarer Zukunft gehirngleiche Leistungen erbringen werden. Sie proklamieren weiter:

»Wir haben jetzt die Elemente einer Theorie des heuristischen Problemlösens; und wir können diese Theorie dazu benutzen, um menschliche heuristische Prozesse zu verstehen und um solche Prozesse mit digitalen Computern zu simulieren. Intuition, Einsichten und Lernen sind nicht länger ausschließlich menschliche Fähigkeiten: Jeder große und schnelle Rechner kann programmiert werden, solches Verhalten zu zeigen.«

Rosenblatt sieht in seinem Erfolg die Existenz von Maschinen mit originären eigenen Ideen und eine Theorie, die viel besser als jedes bisher vorgeschlagene System eine funktionale Erklärung des Nervensystems liefert. Auch er proklamiert für die Zukunft:

»Als Konzept, so scheint es, hat das Perceptron ohne Zweifel Durchführbarkeit und Prinzip nichtmenschlicher Systeme begründet, die menschliche kognitive Funktionen darstellen können ... Die Zukunft der Informationsverarbeitungssysteme, die mit statistischen eher als logischen Prinzipien arbeiten, scheint deutlich erkennbar.«

Die Brüder Dreyfus, die diese Geschichte erzählen und im Hinblick auf den antagonistischen Widerspruch von »atomistisch-reduktionistischer« und »holistisch-gestaltistischer« Weltauffassung kommentieren, berichten weiter, daß Rosenblatt mit seiner Prognose zunächst nicht recht hat, während Newell und Simon und andere »atomistisch-reduktionistische« KI-Forscher Gelegenheit zum Nachweis ihrer Thesen erhalten. Offenbar mit harten Bandagen wurde ein Kampf um den richtigen Ansatz geführt, auf philosophischer, fachlicher und akademischer Ebene, der mit der fast völligen Niederschlagung des holistischen und Gestalt-Denkens endete.

In den letzten Jahren, mit zunehmender Enttäuschung über die geringen Fortschritte in der Frage symbolischer Künstlicher Intelligenz und im Wind ganzheitlicher Anschauungen in Physik, Biologie und Psychologie erfährt Rosenblatt eine Rehabilitation. Seine Ideen werden aufgegriffen, Tagungen veranstaltet, Zeitschriften und Bücher herausgegeben, Institute gegründet, und international werden die Fachleute abgeworben.

Für die Erzeugung künstlicher Intelligenz wird ein Maschinenmodell zugrundegelegt, das Arbeitsweise und Struktur des Neuronengeflechts im Gehirn imitiert. Den Neuronenkernen mit ihren Dendriten und deren Verknüpfung über Synapsen entsprechen ›processor‹-Knoten, die über Verbindungen miteinander gekoppelt sind. Diese ›processor‹-Knoten führen nun nicht komplizierte Rechnungen aus oder speichern bedeutungstragende Daten, sondern zu jedem Zeitpunkt besitzt jeder Knoten nur einen ›Aktivierungswert‹. So entsprechen den Verbindungen auch nicht Datenleitungen, sondern Gewichte, die die Stärke des Einflusses des einen Knotens auf den anderen beschreiben. Die Dynamik eines solchen Zahlennetzes entsteht durch eine Veränderung der Aktivierungswerte an den Knoten auf folgende Weise: Der Aktivierungswert in jedem Knoten wird durch eine ›output‹-Funktion in einen Ausgabewert transformiert und ergibt, mit dem Gewicht der Verbindung multipliziert, einen Eingabewert des Zielknotens. In diesem Zielknoten bildet sich nun ein neuer Aktivierungswert dadurch, daß der alte Aktivierungswert und sämtliche anliegenden Eingabewerte zueinander addiert werden. In dieser Form arbeitet ein künstliches neuronales Netz ganz ähnlich wie ein Neuronengeflecht. Die Idee des Lernens durch die Stärkung der Verbindung, die auch schon Rosenblatts Perceptron zugrundelag, findet sich hier in der Fähigkeit wieder, daß die Gewichte der Verbindungen sich ändern können und daß so nicht nur das Pattern der Verbindungen wechselt, sondern auch das Verhalten des gesamten Systems. Festgelegte ›processor‹-Knoten, die zur Eingabe dienen, und bestimmte Knoten, die die Ausgabe repräsentieren, machen aus dem Netzwerk eine Maschine. Dabei kann zum Beispiel die Ausgabe rückgekoppelt werden, und durch Lernfunktionen können sich Gewichte ändern. Das »Wissen«, das in einem System steckt, erscheint dann als Pattern der Verbindungsgewichte. So ähnlich oder auch so stellt ein künstliches neuronales Netz eine Maschine dar, die ›Wissen‹ entwickeln kann, eine Maschine also mit originären eigenen Ideen, wie Rosenblatt das ausdrückte.

Künstliche neuronale Netze geben als Computerarchitektur die Manipulation bedeutungstragender Symbole auf und stützen sich auf die Transformation von Aktivierungswerten. In diesem Sinne unterhalb der symbolischen Ebene stellen sie ›Wissen‹ über das Netz verteilt als Pattern und nicht

als aus eigenständigen Wissensbestandteilen zusammengesetztes Ganzes dar. Der Steuerung durch ein Programm entspricht das Lernen mit einem Lehrer, die Lernfunktionen; und der Rechnung, die sich dem Ergebnis durch die Ausführung von Operationen oder das Anwenden von Regeln, d. h. ›rational‹, nähert, entspricht ein Prozeß der Evolution, dessen Konvergenz zu erlernten Fähigkeiten die Bestimmung der Maschine ist.
Es gibt viele verschiedene Modelle künstlicher neuronaler Netze, und es finden sich unter dem Schlagwort des Konnektionismus auch konventionellere Maschinen. Da Lernen und Parallelität nicht neu sind, ist der Übergang von der symbolischen zur konnektionistischen Künstlichen Intelligenz nicht so hart, wie er oft dargestellt wird. Inzwischen sprechen besonnene Leute auch schon von hybriden Systemen, Systemen mit konnektionistischen und symbolischen Komponenten.

6.
Neuronale Netz-Computer befinden sich noch im Kleinkindalter, sie haben unter anderem gelernt, Formen und Pattern zu unterscheiden, für einen begrenzten Wortschatz englische Sprache zu artikulieren und in zunächst erratischer Orientierung mit einem Roboterarm nach einem Gegenstand zu greifen. All das jedoch ohne eine formale Grammatik, die Formen und Pattern definiert, ohne phonetische Regeln, die die richtige Artikulation beschreiben, und ohne die Lösung der kinematischen Gleichungen für die Mechanik des Arms.
Erschrecken und Angst vor dem Golem; Maschinen mit eigenen Ideen, jetzt noch im Kindesalter, aber später erwachsen; Intelligenz, nur ohne Verstand; unerklärte Fähigkeiten ... Wenn jetzt wirklich mit der Rückkopplung und Nichtlinearität schon alle Voraussetzungen angelegt sind, so reiche Strukturen wie das menschliche Gehirn zu verschlüsseln und zu entfalten, wenn also die Chaostheorie hier schon den Schlüssel in der Hand hält, die komplexe Dynamik und Lernfähigkeit intelligenten Verhaltens von menschlicher Leistungsfähigkeit über nur wenige Gleichungen zu steuern? Wenn dieser ästhetische Wahn der Selbstorganisation und der Eleganz ganzheitlicher Beschreibung durch einfache Gesetze sich als tragfähig erweist und jemand schon bald die Anfangsparameter sich evolutionär entwickelnder künstlicher Intelligenz setzen kann? Wenn nun der schwarze Kasten, mit dem diese wissenschaftlichen Outlaws das Chaos suchen, durch ein künstliches neuronales Netz ersetzt wird, das als Inkarnation von Gestalt durch seine Rückkopplung in ständiger Selbstreflexion von Lernfunktionen geleitet die gegenstandslose Welt als visuelle, akustische, taktile und olfaktorische Pattern in einem dynamischen Prozeß lebensgleich durch-

pflügt? Die Frage nach dem Erklärungswert wäre doch dann die geringste. Wir wären Zeugen einer wissenschaftlichen Revolution und müßten unser Selbstverständnis neu definieren.

Auch wenn hirngleiche Computerkapazität in absehbarer Zeit zu akzeptablen Preisen erhältlich sein wird, ist die Zeit für entsprechende Künstliche Intelligenz nicht reif. Denn nicht nur neuronale Netz-Computer befinden sich noch im Kleinkindalter, auch die Forschung steckt noch in den Kinderschuhen. Wir befinden uns also, um dieses Bild zu benutzen, in einem Kindergarten unter kindlicher Obhut, der zwar soziale Unterstützung erhält, aber keine Supervision. Es ist wohl im Prinzip denkbar, daß schließlich eine den Zielen entsprechende kindgerechte Förderung zustandekommt und die Kinder lernend zu Mitgliedern einer Gemeinschaft mit hoher Kultur werden, aber es ist doch eher wahrscheinlich, daß die Tatsache, daß sie ausgesetzt und zur Selbstorganisation gezwungen sind, sie zu wilden Kindern werden läßt, zu Wolfsjungen.

Zu den möglichen Vorteilen künstlicher neuronaler Netze gehört ihre Fähigkeit zu hochgradig paralleler und verteilter Aktion, die ihnen Geschwindigkeit und hohe Fehlertoleranz verleiht. Ihre grundsätzliche Fähigkeit des ›Lernens‹ macht sie zu Maschinen, die in ihrem Operationsprinzip flexibel sind und die deshalb vielleicht leichter mit Unschärfen, Veränderungen und äußeren Einflüssen bei ihren Dateneingaben umgehen können. Auch wenn dies Maschinencharakteristika sind, die in vielen Anwendungsbereichen, etwa in der Bildverarbeitung, Prozeßdatenverarbeitung, Robotik oder bei Expertensystemen benötigt würden, ist doch bisher bei den vielen unterschiedlichen Modellen, die es gibt, keine spezifische Netzwerkarchitektur für eine spezifische Anwendung deutlich. Anders als erhofft, sind bisher konventionelle Technologien noch nicht übertroffen, und die Rolle künstlicher neuronaler Netze, auch für spezifische Anwendungen, ist noch nicht klar. Da sie nur für wenige spezielle Demonstrationen entwickelt sind, beschränkt sich ihre Fabrikation noch auf einfache Typen mit wenigen Knoten. Lernzeiten sind bisher noch sehr lang, und ihre praktische Fähigkeit der Informationsverarbeitung scheint beschränkt.

Tatsächlich ist gerade dieser Aspekt ihrer Arbeitsweise noch am wenigsten klar, da wir seit Shannon Information an Symbole gebunden denken und ›Informationsverarbeitung‹ sich hier auf einer niedrigeren als der symbolischen Ebene vollzieht. Die Entwicklung einer mathematischen Theorie solcher Informationsverarbeitung, die die Ausbreitung von Aktivierungswerten, ihre Beruhigung und ihre statistische Korrelation erfaßt, steckt noch in ersten Anfängen. Sie stützt sich auf die Wahrscheinlichkeitstheorie und die Theorie dynamischer Systeme und will eine Grundlage für das Studium

solcher Systeme schaffen, die kognitive Leistungen unterhalb der symbolischen Ebene beschreiben. Diese mathematische Theorie heißt *Harmonietheorie*.

Hier kann man sehen, daß rein mathematisch wohl doch ein Zusammenhang zur Chaostheorie existiert. Denn es könnte sich zeigen, wenn das nicht schon geschehen ist, daß sich in der lernenden Evolution von Aktivierungswerten, die ja ein dynamisches System darstellen, plötzlich erratisches Verhalten zeigt, Phasenverdopplungen und unvorhersagbare Verläufe. Das ist nicht völlig aus der Luft gegriffen, denn ein bißchen Überlegung und der Vergleich mit einer ähnlichen Situation in der fraktalen Geometrie, die zeigt, daß die Grenze zwischen denjenigen Punkten, die zu verschiedenen Lösungen eines Gleichungssystems streben, nicht gerade, sondern ein filigranes Wunderwerk ist, legen nahe, daß hier vielleicht die Erklärung für die Beobachtung liegt, daß beim Lernen des Greifens ein Roboterarm gelegentlich nicht den kurzen direkten Weg nimmt, sondern in einer plötzlichen Drehung um die ganze Achse ausschlägt, um dann wieder weiterzuprobieren. Es könnte also sein, daß die Chaostheorie beweist, daß man vor epileptischen Anfällen von Robotern mit künstlicher Intelligenz niemals sicher sein kann. Wie dem auch sei, Roboterarme werden vorsichtshalber vorerst mit Schutzzäunen umgeben.

7.

So wie die Struktur im Chaos und die Wunderbilder der fraktalen Geometrie zu transzendentalen Vorstellungen über Naturbeherrschung und Ästhetik verleiten, so macht die Lernfähigkeit künstlicher neuronaler Netze manchen glauben, in einer elektronisch beschleunigten Evolution könnten sich nun mächtige kognitive Leistungen selbständig und ohne Lehrer entwickeln; maschinelle Autonomie, die nicht programmiert ist, sondern in einem Prozeß der Selbstorganisation evolviert. Für solche Gedankenspiele fehlt indessen jede Grundlage, denn die existierenden Beispiele geben kaum Anlaß zu solchen Vermutungen. Kernproblem einer Technologie auf der Grundlage künstlicher neuronaler Netze scheint mir gerade ihre charakteristische Eigenschaft zu sein, daß ihre Autonomie den Zugang zu ihrem Verständnis versperrt. Nur von außen wird uns Verhalten und Leistung sichtbar, d. h. wir bauen wirklich schwarze Kästen, die bislang ja nur ein methodisches Hilfsmittel waren, um zu Aussagen über Geschehen zu gelangen, dessen ›mechanische‹ Ursächlichkeit nicht beobachtbar ist. Ein solches ›black box engeneering‹, wie man das nennen könnte, wird uns neue Rätsel aufgeben, die wir dann doch mit Begriffen symbolischer Intelligenz zu lösen haben. Ohne die symbolische Ebene geht es wohl nicht, so daß ein

entsprechender Paradigmenwechsel eher eine Paradigmenerweiterung sein wird, eine Ergänzung der grundlegenden Überzeugungen bei der Suche nach künstlicher Intelligenz. Nun, man muß abwarten, was am Ende herauskommt.

Manche Kritik an der symbolischen Künstlichen Intelligenz scheint von der konnektionistischen Künstlichen Intelligenz umgangen zu sein. Besonders solche, die den holistischen Charakter kognitiver Leistungen und die inhärente und nicht an Regeln gebundene Lernfähigkeit entsprechender Systeme ausdrückt. Die Brüder Dreyfus, die zu den prominentesten Kritikern gehören, äußern sich deshalb auch wohlwollend und liefern bestätigendes Material. Sie verweisen auf die unselige Tradition der atomistisch-reduktionistischen Anschauungsweise, zu der sie vor allem Descartes, aber auch Husserl und den frühen Wittgenstein zählen, und sie mahnen, doch nicht zu vergessen, was als Gedankenwende im Leben Wittgensteins das späte Werk von seinem frühen unterscheidet: der ungesprochene Kontext. Sie sehen in Husserl den eigentlichen Vater Künstlicher Intelligenz und verweisen auf Heideggers unwiderlegten Einwand gegen Husserls Konzept des Noema. Sie geben also philosophische Schützenhilfe und bauen an der Befestigung mit, indem sie auf scheinbar unausweichliche Erkenntnis an anderem Ort verweisen. Aber sie sind auch vorsichtig und erklären, wie viele andere auch, die konnektionistische Künstliche Intelligenz liege noch in weiter Ferne, und sie melden auch hier wieder Kritik an: Es könnte sich herausstellen, daß Heidegger und der späte Wittgenstein recht haben und die Welt doch noch viel ganzheitlicher ist als geplant und daß deshalb vielleicht jede Form Künstlicher Intelligenz am Ende ihre Grenzen hat.

Da ist es mit dem Chaos einfacher als mit dem künstlichen Geist. Das Chaos existiert und soll nicht erschaffen werden, und es ist ganz und ungeteilt, Inbegriff der Substanz vor der Trennung von Materie und Geist, uranfänglich und vergleichbar mit dem Meer, formlose Materie, in der die Alchemisten das Aktive vom Passiven trennen wollten, die Seele vom Körper. Der Holismus, der Glaube an das Wesen im Ganzen, an die Gestalt, wird so zu einer unerschöpflichen Quelle der Kritik an jeder Art von Konstruktion und Erkenntnis. Er stellt der Landgewinnung das Meer entgegen und der Erkenntnis das Chaos. Vielleicht drückt sich in ihm deshalb diese rechthaberische Haltung des Besserwissens aus, die so unerträglich für jeden erscheint, der sich nicht schon im Sessel bloß beobachtender Vernunft und Kritik zurückgelehnt hat. Kein Wunder, daß die Bewegung der wissenschaftlichen Erkenntnis nicht stetig und rational ist, sondern mit Sprüngen und lückenhaft und mit Brüchen der Vernunft, denn die Selbstorganisation der Wissenschaft beinhaltet den Selbstwiderspruch – und das ist das Chaos.

1.
Eine umfassende Darstellung der Geschichte der Chaostheorie gibt das Buch von James Gleick: *Chaos, making a new science*, Viking 1987 (jetzt auch beim Verlag Droemer Knaur in deutscher Übersetzung unter dem Titel *Chaos – Die Ordnung des Universums. Vorstoß in Grenzbereiche der modernen Physik* erschienen). Es ist in den vielen Fakten und Details verläßlich, soweit ich das nachprüfen konnte. Gleick will die Geschichte aber interessant machen, und so verbreitet er eine ganze Menge metaphysischen Nebel. Eine andere Darstellung gibt Hofstadter: »Mathematisches Chaos und seltsame Attraktoren«, in: *Metamagikum*, Clett-Kotta 1988. Bücher zur fraktalen Geometrie, deren Verbindung zur Chaostheorie bei Gleick beschrieben wird, sind Mandelbrot: *Die fraktale Geometrie der Natur*, Birkhäuser 1987, und Peitgen/Richter: *The Beauty of Fractals – Images of Complex Dynamical Systems*, Springer-Verlag 1980. Alle genannten Bücher haben umfangreiche Verweise auf weitere Literatur.

2.
Der Vergleich mit der Alchemie liegt nahe, und es finden sich in vielen Arbeiten diesbezügliche Zitate. Über Alchemie und Esoterik habe ich unter anderem gelesen bei C. G. Jung: *Studien über alchemistische Vorstellungen*, Walter-Verlag 1982; Pauwels/Bergier: *Aufbruch ins dritte Jahrtausend – Von der Zukunft der phantastischen Vernunft*, Goldmann Grenzwissenschaften 11711, 1979; H. P. Blavatzky: *Die Geheimlehre*, Bd. 1-4, Verlag J. J. Convreur, und *Isis entschleiert*, Bd. 1-2, ebenda (ohne Jahresangabe).
Kuhns Wissenschaftstheorie ist bei Suhrkamp Wissenschaft zu finden (*Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, 25, und *Die Entstehung des Neuen*, 236). Mit einer Beziehung zwischen Chaostheorie und Kuhns Erkenntnissen wird übrigens schon bei Gleick gespielt.

3.
Eine sehr hilfreiche Darstellung zur Frage, was Informatik ist, gibt Luft in seinem Buch *Informatik als Technik-Wissenschaft* (BI Wissenschaftsverlag, 1988). Inzwischen findet die Auffassung, Informatik brauche die Philosophie, weitere Verbreitung. Das Beispiel des verteilten Systems autonomer Prozesse stammt aus Jari Veijalainens Arbeit *Transaction concepts in autonomous database environments*, 1989.
Chaostheorie und Konnektionismus in Verbindung zu bringen, scheint mir aus verschiedenen Gründen naheliegend. Ich habe jedoch nirgendwo etwas darüber gelesen. Auf Nachfragen wurde mir aber berichtet, daß es in Amerika Leute gebe, die von einem solchen Zusammenhang sprächen. Auch scheint der Tiel des Buches *Artificial life* von Christopher G. Langton, das ich leider noch nicht kenne, darauf hinzudeuten.
Das Zitat mit der »Essenz des mentalen Lebens« stammt aus Sherry Turkles Artikel »Artificial Intelligence and Psychoanalysis: A new Alliance« im *Daedalus*-Heft vom Winter 1988 zum Thema Künstliche Intelligenz.

4.
Die Fragen und Ansprüche der KI sind bekannt und öffentlich ausführlich diskutiert worden (siehe u. a. Weizenbaum und Dreyfus). Eine Darstellung der aktuellen Diskussion, speziell im Hinblick auf den Konnektionismus, gibt das *Daedalus*-Heft vom Winter 1988. Bis auf die 100-Millisekundenfrage sind alle Zitate des Artikels den dort abgedruckten Aufsätzen entnommen.

Die 100-Millisekundenfrage wird als Geschichte in Hofstadters *Metamagicum* erzählt (siehe »Das Erwachen aus dem Boole'schen Traum, oder: Subkognition als Rechenvorgang«). Zu John von Neumann siehe Mahr: »Die Theorie des Automaten« (*Freibeuter* 21, Wagenbach 1984) und von Neumann: *Die Rechenmaschine und das Gehirn* (Oldenbourg, 1986).

5.
Zu John von Neumann siehe wiederum den *Freibeuter*-Artikel und zu der Gegenüberstellung Rosenblatt – Newell und Simon siehe den Artikel »Making a Mind Versus Modeling the Brain: Artificial Intelligence Back at a Branchpoint« von Hubert L. und Stuart E. Dreyfus im *Daedalus* (a. a. O.).
Grundlegendes Werk zu künstlichen neuronalen Netzwerken ist das von McClelland, Rumelhart und der PDP Research Group verfaßte Buch *Parallel Distributed Processing* (Vol. 1, 2 bei MIT Press, 1986). Ergänzend hierzu gibt es lesbare Artikel im *Daedalus*, z. B. von Hillis und Waltz. Außerdem ist der Artikel »Connectionist AI, Symbolic AI, and the Brain« von Smolensky in *Artificial Intelligence Review*, 1987, empfehlenswert.

6.
Zum Stand der Entwicklung künstlicher neuronaler Netze stammen meine Kenntnisse von George Bekey von der USC in Los Angeles, der in Berlin einen Vortrag über neuronale Netze und ihre Anwendung in der Robotik hielt.
Die Grundlagen zur Harmonietheorie werden von Smolensky in einem Beitrag »Information Processing in Dynamical Systems; Foundations of Harmony Theory« im 1. Band von *Parallel Distributed Processing* (a. a. O.) dargestellt.
Interessant ist eine Berechnung von David L. Waltz in seinem Artikel »The Prospects for Building Intelligent Machines« im *Daedalus* (a. a. O.), in der er ausrechnet, daß um das Jahr 2017 ein neuronaler Netz-Computer für etwa 20 Millionen Dollar gebaut werden könnte, der gehirngleiche Leistungswerte hat.

7.
Die philosophischen Dimensionen der Auseinandersetzung werden im *Daedalus*-Artikel der Brüder Dreyfus (a. a. O.) diskutiert. Ich denke, daß hier zu sehr vereinfacht wird – interessant ist das trotzdem, wenn auch etwas amerikanisch im Stil: besitzergreifend. Übrigens gehen auch Newell und Simon gegen Holismus und Gestalt vor und formulieren im Rückblick: »Wir beide wurden in einen gleichsam therapeutischen Zwang hineingezogen: zu zerstören, was wir als erste Schatten einer Miskonzeption von ›Holismus‹ und ›Gestalt‹ erkannten, die drohte, in den Gebieten der Ingenieursdisziplin und künstlichen Intelligenz herumzuspuken, wie sie zuvor die Biologie und Psychologie heimgesucht hat« (siehe Dreyfus' Artikel im *Daedalus*, a. a. O.).

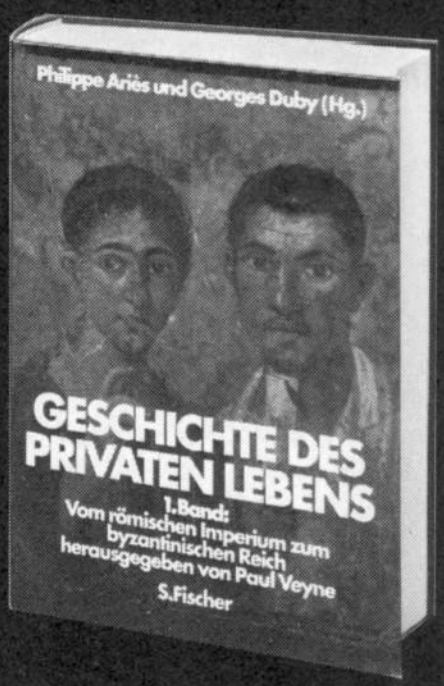
Philippe Ariès/
Georges Duby (Hg.)

Geschichte des privaten Lebens

»Gesellschaft, Gesetz, Religion, Medizin liefern das Material für diese Soziologie der Kultur, der Moral und der Leidenschaften, also den Schlüssel zu einer Welt, die gemeinhin höchst verschwiegen und schweigsam ist.«
Le Monde

»Diese große, eindrucksvolle Unternehmung wird man einmal zu den fortdauernden Werken der Historiographie in unserer Zeit zählen.«
Times Literary Supplement

»In zwanzig Jahren wird man wohl sagen, daß mit diesen fünf Bänden ein Neuanfang in der Ergründung der scheinbar kleinen Ereignisse in der Geschichte Europas gesetzt worden ist.«
L'Espresso



1. Band: VOM RÖMISCHEN IMPERIUM ZUM BYZANTINISCHEN REICH
Herausgegeben von Paul Veyne
640 Seiten mit ca. 490 Abb. Leinen. DM 78.–
(Subskriptionspreis bis 31.12.89, danach DM88.–)

2. Band: VOM FEUDALISMUS ZUR RENAISSANCE (Herbst 90)
3. Band: VON DER RENAISSANCE ZUR AUFKLÄRUNG (Herbst 91)
4. Band: VON DER REVOLUTION ZUM GROSSEN KRIEG (Herbst 92)
5. Band: DER ERSTE WELTKRIEG UND DIE GEGENWART (Herbst 93)

S. Fischer

Christa Hackenesch
Vom Chaos der Gefühle

Er »hatte eine ihm gänzlich unbekannte, eine große Welt lauschend entdeckt, eine in blendendem Licht strahlende Welt, eine Welt mit üppiger Blütenpracht, mit Ozeanen, Stürmen, Schätzen und unendlich tiefen Abgründen; Entsetzen packte ihn; einerlei, er träumte von Liebe.«
Pécuchet träumt. Der Held Flauberts, ein Schreiber, den sein maßloser Wille zum Wissen ins Reich der Bücher und Ideen verbannt hat, er schaut fasziniert auf eine andere, eine fremde Welt, die sich seinem Blick als Ort des Wunderbaren offenbart. – Als er das Wunder erleben will, tatsächlich das Abenteuer wagt, wird natürlich ein Fiasko daraus. »Sie hätten mich warnen müssen«, klagt er am Ende, von peinlichem Schmerz geplagt, seinem Freund. »Leidenschaft kennt keine Überlegung«, erwidert der.
Wahrlich böse beschreibt Flaubert den Traum von Liebe und Leidenschaft als eine Phantasie des Kopfes. Der Liebhaber der Ideen, ermüdet von der Schwere und Last seiner Obsession, müde des asketischen, einsamen Daseins, in das sie ihn zwingt, erträumt sich eine Welt als das Gegenbild zu seiner eigenen. Die Macht des Gefühls als die Macht eines Bildes, ersonnen von einem Ich, das sich erschrocken zeigt, wenn seine Phantasien es einzuholen drohen.
Man muß kein Misanthrop sein, voll Mißtrauen gegenüber den wunderbaren Abgründen des Herzens, um an dieser Beschreibung des Traums von der Leidenschaft sein Gefallen zu finden. Mißtrauisch ist man auch, nicht so sehr gegenüber den Leidenschaften, aber gegenüber dem Reden über sie, ihrer Feier durch die Denker.
Denn Pécuchets Traum wird weiter geträumt. Als ein Traum von der »göttlichen Anarchie der Leidenschaften«, die die Ordnung der Dinge sprengt und zerstört, ein Traum vom Rausch, in dem das Ich sich endlich verliert, sich der »Spontaneität des Lebens« ergibt, statt weiter dem starren Gesetz seiner Selbsterhaltung zu folgen.
Der Denker träumt vom Chaos der Gefühle, und sein Traum gewinnt Kontur, weil er das Fremde als Gegensatz eines ihm Vertrauten begreift, das Chaos bestimmt als »das Andere der Vernunft«.

Die Rede, die die Gewalt der Leidenschaft meint, gewinnt ihren Sinn als Rede über die Gewalt der Vernunft, die unterdrückt und verdrängt, was sich ihrer Ordnung entzieht. So bleibt sie die Rede der Denker, eindeutig und bestimmt durch klare Gegnerschaft, fern von den Ozeanen, Stürmen und Abgründen, die sie beschwört.

»Berauscht euch!« hatte Baudelaire seinen Lesern zugerufen. Seid trunken, egal ob von Leidenschaft oder Vernunft, Wein oder Tugend. Aber solche Unbekümmertheit um die Ordnung der Gegensätze scheint selbst dem Denker, der das Chaos will, unmöglich. Und vielleicht hat er Recht, hier ist die Macht der Tradition zu groß, die ihn an seinen Gegner bindet, sein subversives Pathos zum kalkulierten Widerspruch verkleinert.

Die Vernunft zieht die Grenzen, und die Klarheit ihrer Grenzziehung bestimmt und sichert die Identität ihres Gegners. Im Falle der Gefühle zeigt sich diese Logik ihres Tuns in beinah lächerlicher Deutlichkeit. »Clara et confusa«, so lautet das knappe Ergebnis ihrer Bemühung, ein Kriterium für die Bestimmung der gefühlsbetonten Äußerungen unserer Seele zu finden. Und man muß nicht erst Descartes' »clara et distincta« zitieren, sein Kriterium dafür, was ein ernstzunehmender Gedanke sei, um zu begreifen, daß hier nicht nach dem möglichen eigenen Sinn eines Phänomens gesucht wird, sondern daß es das Denken ist, das seinen Bereich sichert, indem es das Fremde als sein Anderes definiert.

»Clara et confusa«: das Chaos der Gefühle, das der Ordnung der Gedanken opponiert. Die Opposition ist wahrlich zu einfach, zu »vernünftig«, als daß man ihr folgen wollte. Und doch ist man verführt, es zu tun. Spricht sie nicht aus, was jeder – unabhängig von allen Einteilungskünsten des Denkens – unmittelbar erfährt: den Widerstreit zwischen klarem Kopfe und verwirrtem Herzen, das Dunkel eines Gefühls, das sich immun zeigt gegen die Ansprüche der Vernunft, die Gewißheit, daß das unendlich domestizierte Ich doch in verborgenen Regionen seines Innern Kräfte des Widerstands birgt, die ihrer eigenen Logik folgen und bereit sind, im entscheidenden Augenblick das Regiment zu ergreifen.

Die Figur ist die eines Kampfes, und man könnte denken, die Zeiten unterschieden sich nur darin, welcher Seite sie ihre Sympathien widmen. Der »schönen Seele«, die ihre Gefühle dem vernünftigen Ideal »sittlicher Harmonie« angebildet hat und voll Abscheu auf das Ungebundene der »Naturtriebe« schaut – oder dem verschwenderisch gestimmten Geist, der sich der eigensinnigen Ökonomie der Gefühle hingibt, die die Enge einer Ordnung der Dinge sprengt und konterkariert.

Allerdings waren die historischen Zeiten bislang eher geneigt, die schönen Seelen auszuzeichnen als die dunklen, die ihre Verwüstungen zeigten, statt

sie hinter dem Bild der Harmonie zu verbergen. Das Licht der Aufklärung fand nicht zuletzt im Dunkel der Gefühle sein Objekt. Hier herrschte Chaos und Gewalt, dem Aberglauben gleich, ein Skandalon, das es so weit wie möglich einzudämmen galt.
Heine empfahl, die Gefühle »mit jakobinischer Unerbittlichkeit zu zerschneiden, der Wahrheit wegen«. Hegel zögerte nicht, sie der Dimension von Krankheit und Verrücktheit zuzuordnen, einer degenerierten, »tierischen Weise des Geistes«.
Hier war also wahrlich eine Front eröffnet, auf die man reagieren mußte, die keine unabhängige Rede über das Wesen der Leidenschaften mehr möglich sein ließ. Trotzdem, die Reaktion hatte an ihrem Beginn nichts mit »Gefühlsseligkeit«, blinder Gegenwehr zu tun. Sie war radikales, offensives Plädoyer für die eigene Wirklichkeit der Gefühle, die sich dem Oktroy der Harmonie entzieht, *Chaos* bedeutet. Chaos eben nicht als das, was die Vernunft sich darunter vorstellt: bloße Konfusion; sondern Chaos als Grund alles Wirklichen, eine Kraft, Potenz, angesichts derer sich die Ordnungsphantasie der Vernunft als scheinhaft erweist.
Man will dem Gedanken des Chaos seinen eigenen Sinn zurückgeben, ihn aus der Verklammerung mit der Vernunft lösen, in der er zum bloßen Bild von »Unordnung« geriet. »Nur diejenige Verworrenheit ist ein Chaos, aus der eine Welt entstehen kann«, schreibt Friedrich Schlegel.
Das Chaos als Grund, »Ungrund« der Welt. Das Gefühl als Ausdruck und Wissen von diesem Grund, der in aller scheinbaren Ordnung bestimmend bleibt. Das Gefühl als ein tieferes, umfassenderes Wissen, weit entfernt von den Grenzen der Vernunft, für die, so Kant, das Chaos ein »undenkbarer Gedanke« ist und die sich überzeugt zeigt, daß »die Natur auch selbst im Chaos nicht anders als regelmäßig und ordentlich verfahren kann«.
Einen Augenblick lang behauptet das Gefühl sich als überlegenes Wissen, nimmt eine Wahrheit für sich in Anspruch, die sich um die Grenzziehungen der Vernunft nicht bekümmert. Aber es ist ein kurzer Augenblick, schon bald siegt der Spott der Vernunft über die »Schwärmer«, diese verläßt ihr Mut, und Hegel amüsiert sich nur noch über die, die gewagt hatten, sich auf das Gefühl, »ihr inwendiges Orakel«, zu berufen.
Das Chaos ist erneut siegreich domestiziert, das Gefühl wieder zum harmlosen Gegenspieler der Vernunft geworden, deren Bild der Harmonie entschiedener denn je verpflichtet. Die Abgründe sind zugeschüttet, und der einzige, der noch und wieder von ihnen spricht, sie als das eigentliche Wesen der Welt behauptet, gesteht zugleich den Schrecken ein, den sein Wissen für ihn bedeutet. Schopenhauer, der über das Geheimnis, den »Weltknoten« sinniert, der das Ich zum identischen Schauplatz zweier

feindlicher Welten macht, und nicht umhin kann, der Kontemplation dafür zu danken, daß sie uns, für Augenblicke, von dem Chaos unseres Innern zu entfernen, zu befreien vermag.

Erst das Pathos Nietzsches bricht offensiv den Bann, den die Ängstlichkeit über die Abgründe der Leidenschaften verhängte. »Ich sage euch: ihr habt noch Chaos in euch«, ruft er den schönen Seelen zu, ohne Rücksicht auf ihr Erschrecken. Fordert sie auf, dem Chaos ins Gesicht zu sehen, statt als heimlicher Voyeur mit ihm zu kokettieren.

Nietzsche also als der letzte große Apologet des Chaos, des Rausches, der Leidenschaften? Vielleicht, aber wichtiger ist: Bleibt er darin trotz allem auf die Rolle eines Gegners der Vernunft beschränkt – eine Rolle, die im Zweifelsfalle immer noch die Vernunft selbst vergibt –, oder gewinnt seine Rede ihr gegenüber einen eigenen Sinn?

In seinen Nietzsche-Vorlesungen schreibt Heidegger (seinerseits in etwas behäbiger Diktion): »Rausch meint nicht das nur aufschäumende und durcheinanderbrodelnde Chaos, die Trunkenboldigkeit des bloßen Sichgehenlassens und Taumelns. Wenn Nietzsche ›Rausch‹ sagt, hat dieses Wort bei ihm den entgegengesetzten Klang und Sinn.« Rausch als Befreiung vom Diktat der Gegensätze, einem Oktroy der Vernunft, nicht Bewußtlosigkeit, Taumel als harmloser Exzeß. Chaos nicht als bloße Rebellion gegen Ordnung, Form, sondern als ursprüngliche Gewalt, »sich öffnender Abgrund«, ein Schrecken, dem die formgebende Kraft des Ich begegnet, ohne ihn bannen zu wollen.

Nietzsches Rede vom Chaos ist sehr weit entfernt von dem inflationären Reden unserer Tage, das von Rausch und Verschwendung spricht wie von den Extravaganzen schöner Seelen. Man muß seine Rede gar nicht zum eigenen Credo gemacht haben, um zu ahnen, daß sie ein Maß bedeutet, an dem die Harmlosigkeit dionysischer Begeisterung zur Lächerlichkeit schrumpft. Und man ist sie ja eh leid, die Appelle an die dionysischen Qualitäten in jedem von uns, die scheinbar unbeschadet nur darauf warten, aufgrund besserer Einsicht ans Licht gehoben zu werden, die gänzlich abstrakten Reden von einem unschuldigen Glück des Leibes. Eine seltsame Unschuld, wenn man bedenkt, daß Chaos, das Wort, einem anderen verwandt ist, das man schwerlich in der Region der Leidenschaften vermutet: »gähnen«, Chaos als »gähnender Abgrund«, Schrecken, statt bloßer Reiz des Ungehorsams gegenüber den Ansprüchen der Vernunft.

Trotzdem, es scheint amüsant, mit Abgründen zu kokettieren, und das Chaos der Gefühle zeigt sich, so betrachtet, als eine wohltemperierte Inszenierung, ab und zu unterbrochen von Augenblicken des Ernstes. Aber niemand muß sich ängstigen, Distanz bleibt letztlich gewahrt.

»Berauscht euch!« schrieb Baudelaire, mit Wein, mit Tugend, egal, aber berauscht euch! – Die schönen Seelen zeigen sich widerständig, selbst die verschwenderisch gestimmten. Da ist eben doch noch die Sorge um das eigene Ich. Pécuchet träumt. Aber sein Traum erzählt nur von ihm selbst statt von einer fremden, wunderbaren Welt. Und als ihn ein Stück Wirklichkeit berührt, klagt er, nicht vorher gewarnt worden zu sein. Und böse der Trost, den er erfährt: »Leidenschaft kennt keine Überlegung.« Aber der Freund hatte es wirklich ehrlich gemeint: »Und sie sagten alle Gemeinplätze, die sie je über die Leidenschaften gehört hatten.«

HANSER

Eine provozierende Diagnose der Kultur der achtziger Jahre

Mit großer Anschaulichkeit zeigt der Kunsthistoriker Otto K. Werckmeister, weshalb die Zitadelle als Metapher für eine Kultur dienen kann, die sich in einem permanenten Krisenbewußtsein ausdrückt. An den apokalyptischen Zeichnungen von Bilal, an der Architektur von James Stirling, an den Bildern von Francis Bacon, an der Musik von Pierre Boulez und an der Philosophie von Jürgen Habermas erkennt der Autor, daß sich Probleme nicht beheben lassen, sondern nur erörtert und ertragen werden können.

Otto K. Werckmeister
Zitadellenkultur
169 Seiten. Broschur
Ca. DM 36,-

Eckart Britsch
Chaos als Führungsstil

»Vernetztes Denken«, unkt ein Mann mit aufgeschwemmten Backen in einem Maßanzug aus London nach einem Verhaltenstraining, »ist Mental-Masturbation für Betriebswirtschaftsprofessoren von Kiel bis Genf.« Wir befinden uns auf einem Abschiedsempfang in einer Hotelbar nach einem dreitägigen Seminar über Organisationstherapie. Der Mann grinst vor sich hin und stöhnt: »Wer kann denn dieses Gelabere der Akademiker noch hören. Diese Faselei vom eindimensionalen Denken, das in komplexen Systemen an seine Grenzen stößt. Und dann die Beschwörung von Ganzheit und Vernetzung, die uns erklärt, daß die Kundenzufriedenheit mit der Qualität des Produkts, diese mit der Qualifikation der Mitarbeiter und deren Motivation mit kooperativem Führungsstil zu tun haben.« Und nach einem Zug aus seiner Monte Christo fällt ihm der alte Marcuse ein. Sein Liebling für Eindimensionalität, der seine Zigarre heimlich in der Garage paffen mußte, weil sonst im Wohnzimmer Chaos ausgebrochen wäre: einfach kompliziert. Maßanzug ist davon überzeugt, daß bei den Sonntagskindern aus dem Elfenbeinturm längst das Sperma ranzig geworden ist. Wenn sie nur eine kleine Ahnung vom Leben hätten, würden sie über nichtlineares Verhalten, Sprungfunktionen, Schwellwerte und Umkippeffekte nicht soviel Blech reden. Er vermutet, daß die studierten Dussel glauben, sie könnten die Welt wieder einmal mit einem noch komplizierteren Modell auf den Begriff bringen. Womöglich mit einer programmierten Unterweisung in systematischem Denken. Oder schicker, mit einer selbstinterpretativen, korrekturfähigen Chaos-Datenbank. Da diese Systemmethodiker meistens nicht einmal die Komplexität der Zwänge, Belohnungen und Bestrafungen ihres Schlafzimmers im Griff haben, widmet Maßanzug ihren Lösungsansätzen wenig Aufmerksamkeit. Wie traurig die Lebenserfahrung dieser Spezies im Hinblick auf viele Dinge ist, kann jeder erkennen, der die Scheidungsakten von Professor Koma studiert. Maßanzug erzählt die Geschichte von Professor Koma, einem Spezialisten für Indikatorenforschung zur Entwicklung von Frühwarnsystemen, besonders gerne. Dreimal hatte dieser die zeitliche und sachliche Veränderung seiner Ehefrauen nicht wahrge-

nommen, die ihn dann in einem Chaos von verschmutzter Unterwäsche, unbezahlten Rechnungen und anderen für den Alltag relevanten Faktoren sitzen ließen. Ursachen- und Wirkungsforschung hatten Koma auch in eigener Sache nicht weitergebracht. Eine gewisse neurotische Schleife war nach der Diskussion mit einem befreundeten Psychoanalytiker zu erkennen, weil das Persönlichkeitsprofil der Damen einander sehr ähnlich war. »Wer weiß schon was Verläßliches über Ursache und Wirkung im Bereich der Unterwasserkultur«, grübelt Maßanzug, »außer vielleicht die Gynäkologen. Ich kann Koma ohne solche Modelle verstehen. Sollen doch die BAT-1-A-Hühner weitergackern und in Zukunft Info-Bits legen. Die wissen wohl noch nicht, daß selbst Sherlock Holmes ins schwarze Loch gefallen ist. Ich bin ohnehin für Chaos als Führungsstil.«

Siegessicher blickt er in die Runde. Er kennt seine Pappenheimer. Einmal im Jahr kommt die Runde auf einem Weiterbildungsseminar zusammen. Wenn Maßanzug guter Laune ist, spricht er von ihrer postmodernen Wahlverwandtschaft mit ihrem Mut zur Fehlentscheidung. In Business-Kreisen gehört dieser Kalauer zu einem Set von sehr eigenartigen Überzeugungen, die nach Meinung vieler Projektprofis ein Unternehmen erst wirklich erfolgreich machen. Der harte Kern der Truppe, der sich jährlich zum Kreativitätstraining versammelt, gehört jedenfalls zur ersten Garnitur deutscher Projektmanager. Einer von ihnen ist Karl Tröster, Marketingchef eines Kaffeeherstellers aus Bremen, ein anderer Hergot Holzteufel, Leiter der Konzernkommunikation einer Aktiengesellschaft in Familienkontrolle aus München, bekannt unter seinem Spitznamen Maßanzug. Der dritte im Bunde ist Fredmund Mistral, Distributionsbeauftragter für internationale Kopfschmerzvermarktung aus Bayer Leverkusen. Der Crew angeschlossen hat sich der Pressesprecher des Landwirtschaftsministeriums aus Baden-Württemberg, Herr Gottlieb Schäuffele. Letzterer ist ein Partikularist. Einer der letzten Sektierer, die immer noch verzweifelt versuchen, moderne Managementmethoden in Ministerien zu installieren, obwohl ihm der Hormonskandal kaum Zeit dafür übrig läßt. Aus seinem Lieblingswunsch macht er kein Hehl. Er träumt davon, seine Sekretärin mit Kalbfleisch zu füttern, wenn dadurch gesichert wäre, daß sie dann schneller und fehlerfreier tippen würde.

Das Quartett hat fast alle einschlägigen Führungs-, Verhaltens- und Lebenstrainings absolviert. Es ist keine Kraftmeierei, wenn ihnen die Sprechblasen von der werteorientierten Personalführung, von Corperate Identity bis zur ganzheitlichen Unternehmenskultur über die Lippen fließen wie einem Jagdhund der Speichel. Diese Wortbrühe haben sie in den letzten zehn Jahren fleißig gelöffelt. Trotzdem nagt an jedem von ihnen der Zwei-

fel, wenn sie beginnen, darüber nachzudenken, was die von der Abteilung für Organisationsentwicklung unter dem Stichwort »Lifelong-learning« verordneten Trainings und Seminare überhaupt bringen. Als der Minister etwa vor zwei Wochen zu Schäuffele sagte: Herr Schäuffele, wir brauchen ihren Einfallsreichtum und setzen auf ihre Kreativität, hat Schäuffele sich vor Lachen fast in die Hosen gemacht. Der Minister erinnerte sich wohl nicht mehr an seine letzten 20 Anmerkungen in roter Tinte zu Schäuffeles Projekten: Verfahren wie beim Vorgang CVJM 14/87. Dulde keine Abweichung. Aber Minister sind aufgrund des Termindrucks manchmal der Sache entrückt, zumal zuviel Detailkenntnis unausweichlich dem großen Ganzen schaden würde.

Unser Quartett ist für vorbildliches Verhalten bekannt. Keiner von ihnen würde sich dem Verdacht der »inneren Kündigung« aussetzen, indem er etwa die Teilnahme an einer Dienstreise zum Innovationsseminar verweigerte. Als ausgekochte Profis der Organisationskultur machen sie jeden Wirksamkeitsmarathon und jedes Sinnmysterium mit, um auf dem Posten zu bleiben. Zudem wäre eine Motivationsrazzia durch die Loyalitätsingenieure aus der Abteilung »Moderne Menschenführung« viel unausstehlicher. Wo diese Herren eine Glaubwürdigkeitslücke entdecken, da rollen sofort die Angriffswellen der Fragebogen, der Interviews, und später kommt dann die Lawine der Hochglanz-Argumentationshilfen. Sie arbeiten nach dem Motto von La Rochefoucauld: Die Täuschung geht immer weiter als der Verdacht. Strategisch klug konzentrieren sie sich auf selbstdefinierte Schwachstellen. Denn alle Stäbe, die nicht direkt mit der Erstellung und Verteilung des Produkts zu tun haben, unterliegen regelmäßig Legitimationszyklen. Immer besteht die Gefahr, daß die geringe Effizienz der Unternehmensphilosophen und Betriebspsychologen durchschaut wird. Dann stellt sich die »heilige Existenzfrage«. Deshalb gehört es zu ihren Hauptaufgaben, aus Mißverständnissen, Fehlurteilen und Trugschlüssen standardisierte Kommunikationsprobleme zu machen. Hilfreich ist das ständige Überschätzen der realen Gegebenheiten. Das ist ihre Trumpfkarte, mit der dann die Mittel fließen für Mitarbeiter-, Führungskräfte- und Managementinformationen, die keiner braucht und will. Die aber in der Zeugungsphantasie der Psychoprojektoren die Unternehmensloyalität herstellen. Für Profis ist das Spiel leicht zu durchschauen. Und da alle Geheimnisse des Erfolgs in der Kunst des Nachgebens und Gewährenlassen liegen, lachen sie nicht und sagen, ihr wollt uns wohl für dumm verkaufen, sondern stellen ein funktionelles Budget für die Aktivitäten bereit. Geld für das Basis-Chaos als kommunikatives Schmiermittel, das dazu beiträgt, daß Organisationen nicht ganz verkrusten. Wer will, der kann dies durch die Lektüre von

Betriebszeitungen großer Konzerne und internationaler Organisationen nachprüfen.
Obendrein kennen die Projektmanager den Satz eines gesamtdeutschen Dramaturgen, der behauptet: Der Anfang alles Neuen ist der Schrecken. Und da an den »Modern Times« immer schon der Geruch der Langeweile klebt, gilt es, nichts zu verpassen. Zudem ist ja niemand dagegen gefeit, daß beim Trübsalblasen doch irgendwann etwas herauskommt. Wie auch immer. Unsere Führungskräfte schenken es sich jedenfalls, aus dem Metaplan-Training am Chiemsee, das vor Pannen nur so strotzte, obwohl das Thema die Systematisierung der Planung war, Konsequenzen zu ziehen. Was jedem Tourist sofort in den Sinn käme, wenn er sein Hotel als Baustelle angetroffen hätte, nämlich das Geld zurückzuverlangen, darüber können unsere Projektprofis nur schmunzeln. Sie sind geübt darin, Geld in den Sand zu setzen. Maßanzug etwa regt pro Jahr ungefähr fünfzig Projekte an. Das beschäftigt die Organisation und befriedigt seine Lust, Leute auf Trab zu halten. Am liebsten mit Aufgaben, bei denen nur Unsinn herauskommt. Klammheimliche Freude verspürt er, wenn er beobachtet, was so alles an erfolgversprechenden Ideen und Talenten in der Organisation untergeht. Noch heute klatscht er sich auf die Schenkel, wenn er daran denkt, wie er einen mittlerweile bekannten Jungregisseur mit einem seichten Briefing fertig gemacht hat. Daß dabei rund eine Million abgeschrieben wurde, stört ihn nicht weiter. Was ist schon eine Million für eine Weltmarke, wo es darum geht, einen Zweikampf auszufechten, um sich selbst Satisfaktion zu geben! Maßanzugs Arbeitsweise läßt sich ungefähr wie folgt zusammenfassen. Er sitzt im neunzehnten Stock seines betonierten Vierzylinders auf seinem Sessel und verwaltet ein Budget, das er sich in harten Kämpfen über viele Jahre aufgebaut hat. Da ihm selber nichts mehr einfällt, vergibt er Aufträge nach außen. Dabei hat er durchaus eine feine Nase, woher was kommen könnte. Da er aber nie genau weiß, was er will und was die Organisation wirklich braucht, arbeitet er prophylaktisch. Er plant auf lange Sicht den Ernstfall A, aber gleichzeitig auch sein Gegenteil B. Er kennt Gott und die Welt: den rechtesten Drecksack und die linkeste Ratte, den seriösen Berater und den luftigen Windbeutel. Irgendwann und irgendwie kann er alle gebrauchen. Dabei muß er seinem Vorstand keineswegs Sand in die Augen streuen. Er sagt nur: just in case.
So besitzt er beispielshalber eine Kommunikationsstrategie für den Fall, daß ein Tempolimit kommt oder nicht oder eine freiwillige Geschwindigkeitskontrolle von 130 Stundenkilometer eingeführt wird. Bei einer echten Beschränkung auf 100 wird er auch nicht verlegen. Je nachdem, er kann immer etwas aus der Schublade ziehen. Bei der persönlichen Profilierung in der

Organisation ist er ein wahrer Weltmeister. Um im Gespräch und damit in der Aufmerksamkeit zu bleiben, verstopft er die Kommunikationskanäle ab der mittleren Führungsebene mindestens jeden zweiten Tag mit einem Memo. Hergot Holzteufel an alle: Eilt! Dringlich! Wichtig! Aus Erfahrung weiß er, daß der Name hängen bleibt. Nicht die Substanz zählt in Großorganisationen, sondern die Selbstdarstellung. Wer das nicht begriffen hat, den nimmt Maßanzug ohnehin nicht ernst. Für lange, durchgearbeitete Argumentationen hat die Führungselite sowieso keine Zeit. Es gibt nur eine Ausnahme, falls das Produkt, die Fertigungsplanung oder die Technik betroffen wäre. Aber dort entstehen normalerweise keine Kommunikationsprobleme. Hier ist die Eindimensionalität des sofortigen Trouble shooting das Non plus ultra. Immer wenn die Hardware des Unternehmens betroffen ist, herrscht der Ernstfall. Für den Softwarebereich leisten sich die Hardliner Chaos. So erklärt sich das PR-Phänomen, die gesamte Diskussion um Personal- und Organisationsentwicklung bis hin zu dem pompösen Getue um Unternehmensphilosophie: XYZ bedeutet mehr als das Produkt. XYZ ist eine Philosophie. XYZ ist die Orientierung am Menschen. Das ist Freude. Freude an der Leistung. Auf allen Ebenen: gegenüber den Mitarbeitern, den Kunden und der Gesellschaft – gegenüber Gott und der Welt.

Maßanzug hält sich bei der Reflexion der Imageproduktion nicht mehr auf. Richtig und falsch sind für ihn schon lange keine Parameter mehr. Was zählt, ist, alles produktiv zu machen. Dabei sind Fehlentscheidungen von besonderer Bedeutung. Sie auszuwetzen produziert bei allen den Kitzel, der dafür sorgt, daß sich die ganze Organisation nochmals ins Zeug legt. Nichts geht über eine falsche Produktentwicklung oder eine nicht richtig durchdachte Werbekampagne. Dann entsteht noch einmal genau das, was die Sozialtechniker nie hinkriegen: Motivation.

Da solche Glückstreffer mittlerweile seltener vorkommen, hat sich Maßanzug ein eigenes Erfolgsrezept zusammengebastelt. Er setzt auf die Lieferungen von externen Zuarbeitern und auf das Know how von Agenturen. Produzieren die Fremdkräfte ein erfolgreiches Produkt, so verkauft er es gegenüber seinen Vorgesetzten als sein geistiges Eigentum und läßt sich für seine Inspiration loben. Da außer ihm niemand genau weiß, wieviele Projekte außer Haus abgewickelt und produziert werden, fällt dieser Trick nicht weiter auf. Wird er beim Mogeln ertappt, stellt sich heraus, daß dieses Konzept nicht von ihm stammt, macht er sein Traumgesicht und sagt: »Gut abgeschrieben ist besser als schlecht erfunden.« Produzieren externe Journalisten, Graphiker und Kreative Mist, bleibt es wiederum nicht an ihm hängen. Dann haben die Typen nicht gehalten, was sich die Organisation

von ihnen versprochen hat: die externen Idioten. Was nicht unbedingt bedeuten muß, daß sie jetzt von seiner Zuwendungsliste verschwinden müssen. Wer keinen Ärger macht, indem er vielleicht falsche Vorgaben moniert und somit die Loyalitätsgebote verletzt, wird nach einer Anstandsfrist wieder bedient. Eine Hand wäscht die andere, und der Herr Projektmanager ist immer aus dem Schneider. Maßanzug muß allein dafür Sorge tragen, daß unter den fünfzig Vorhaben pro Jahr eine Chaos-Frucht geboren wird, die alle begeistert. Das reicht. Kosten und Nutzen, da ist sich Maßanzug mit seiner langen Routine sicher, kann eh keiner beurteilen. Ein Controller würde allenfalls stutzig werden, wenn er ihm eine falsche Taxiquittung unterjubelte. Etwa vom 18. aus Frankfurt, wo er doch in Bangkok war. Nichts zu beanstanden haben die Controller, wenn ein Produkt oder eine Leistung durch und durch schwachsinnig war. Wie sollten sie das denn überprüfen? Nach welchen Kriterien?

Etwa beim Reinfall mit der Chicagoer Ideenmatrix in Sankt Moritz, wo die Organisation 6700 Franken abgeschrieben hat, um Maßanzug weiterzubilden. Natürlich hat davon in der Organisation niemand die leiseste Ahnung. Das wird bezahlt, weil niemand zugibt, auf einem idiotischen Innovationsseminar gelandet zu sein. Wer ahnt schon in der Zentrale, daß dummerweise die Seekarte, mit der sie das Unternehmensschiff im Seminar für strategische Planung durch das Auf und Ab der rauhen See des Weltmarktes zu steuern hatten, mit Marketingdaten aus Ohio gefüttert gewesen war, deren Relevanz den Männern aus München, Leverkusen und Bremen völlig unbekannt war. Das Schiff ging sang- und klanglos unter. Die vier Freunde trösteten sich über das Fiasko mit der Losung hinweg, die als Motto für das Planspiel diente: »Global planen, regional handeln.« Sie zeigten die wichtigste Eigenschaft des Managers: ihre Fähigkeit zur Improvisation. Das Wetter war gut und der Schnee trotz Nachsaison überreichlich. So realisierten sie den zweiten Teil des Szenarios und handelten regional, indem sie die strategische Parole »Ski Heil« ausgaben.

Durch 25jährige Organisationserfahrung sind sie geübt in Frustrationstoleranz. Mehr oder weniger verständigen sie sich während der Organisationstherapie darauf, die Skatrunde in der Pause zwischen den Kreativitätsübungen als das eigentlich Kreative zu begreifen. Informelle Erfahrungen können bei Ramsch und Contra unverbindlich ausgetauscht werden. Die eine oder andere Geschichte kommt auf den Tisch. Als Schäuffele einen Grand ohne vier gewinnt, ist er so glücklich, daß er als Zugabe ein paar Top-Informationen aus dem Ministerium erzählt. In Stuttgart gilt schließlich gegenüber der Industrie der Slogan: Es ist nie zu spät.

Während der Kaffee-Mann aus Bremen die Sache diesmal mehr als zusätzli-

chen Urlaub versteht, freut sich Kopfschmerz-Fredmund explizit auf die Herrenrunde. Er will aus seinem Freund Maßanzug noch die neueste Lobbystrategie herauslocken, mit der dieser die Staatssekretäre im Bundeswirtschaftsministerium eingeseift hatte, um zumindest vorläufig eine erneute Debatte über das Tempolimit zu verhindern. Natürlich interessieren sich die Pillendreher nicht für den Benzinverbrauch oder den Schadstoffausstoß je nach der Höhe der erreichten Verbrennungshitze. Interessant für sie ist allein das Grundsätzliche. Die richtigen Hintergrundinformationen über die Neigungen und Steckenpferde von Staatsekretären. Ein wunder Punkt sind immer die Sekretärinnen mit ihrer langjährig erworbenen Dienstwilligkeit. Auch Kinder und Haustiere spielen für Lobbyisten eine Rolle. Im Dorf Bonn ist derjenige als PR-Mann unschlagbar, der im entscheidenden Augenblick etwa zum Staatssekretär Schlottermann bemerkt, wie traurig es ist, daß der Hund Harry nun schon seit zwei Jahren nicht mehr unter uns weilt. Dann platzt die Konkurrenz vor Neid. Genauso erfolgreich kann es sein, vor der Tür der Dienstvilla des Büroleiters, Dr. von Triebling, für den Sohn Hans eine 750er-Geländemaschine abzustellen und im Briefkasten der Villa die Schlüssel zur Maschine zu vergessen. With compliments: have fun. Viel Spaß bei der Testfahrt.

Nicht systematische, sondern additive, zusammengebastelte Informationen und Handlungsweisen machen das verfeinerte Experiment mit der Macht möglich. Dazu gehört groß und klein, Kitsch und Kunst. Wie beim Jäger geht es nicht allein um den goldenen Schuß, sondern es lockt die wilde Lust des Aufspürens, Sammelns und Anhäufens. Kugelsicher ist die mit System herbeigeführte Katastrophe. Hieb- und stichfest und dadurch lebensfroh die im Chaos erprobte Hölle.

Maßanzug liebt seinen Auftritt nach Seminaren seit Jahren. Da alle darauf warten, widerspricht ihm keiner, als er seine Tirade gegenüber der neuesten Prognosetechnik an der Bar fortsetzt. Sie geht später als Kummer-Szenario in ihren gemeinsamen Geschichtenvorrat ein. Die Situation wird verschärft, da alle nach drei Tagen aktiven Handlungslernens ziemlich abgeschlafft sind. Allein an diesem Morgen galt es zwei Stunden Innovationsmethoden zu überstehen. Und nach einer Kaffeepause folgten dann noch eineinhalb Stunden Training der Intuition als Voraussetzung der Optimierung der vier Intelligenzfelder: intra-sensitiv, inter-sensitiv, exter-sensitiv und techno-sensitiv. Das Herzstück in diesem Jahr. Danach gab es Mittagessen. Als Nachtisch war Prominenz angekündigt. Der berühmte Biokybernetiker Fritz Mäster.

Nach einem Spaziergang schildert dieser die Organisationsstrukturen und Überlebensregeln der Natur. Zusammen mit einem Team hatte er doku-

mentierte Überlebenscodes in einen Computer eingespeichert. Maßanzug verzichtet nachzufragen, ob es sich um Verhaltensmuster von Kaninchen, Klapperschlangen, Mikroben oder Filzläusen handelt. Das Ergebnis war jedenfalls eine computergestützte Unterweisung, die Entscheidungsträgern – auf Mästerisch Verantwortungsträgern – helfen soll, komplexe Probleme besser in den Griff zu bekommen. Bei der Weltsimulation mit gigantischen Fehlinvestitionen, Umweltkatastrophen, Wachstumschaos und Energieverlusten stürzt das Demonstrationsprogramm ab. Genosse Virus oder der Wärmeverlust durch die letzte Sonnenfinsternis? Die Antwort bleibt aus. Dafür stellt sich Enttäuschung ein.

Ob die Frustration, die sich dann am Abend langsam ausbreitet, damit zu tun hat, kann nicht kausal abgeleitet werden. Vielleicht ist es die Anmach-Nummer, mit der Maßanzug sich in den Vordergrund spielt; eine Etage zu tief angesiedelt, knapp unter der Gürtellinie. Wie immer ist er durch nichts zu bremsen. Schon gar nicht durch das Schweigen seiner Managementfreunde. Maßanzug setzt seinen Vortrag fort.

»Alles Quatsch«, sagt er, »was uns heute wieder die Masterplaner verzapft haben. Das einzige, was diese Verhaltensfuzzis für 3800 DM Seminargebühren hinkriegen, sind die blonden Incentives am Tresen.« Er nimmt einen tiefen Schluck und schreit dann: »Langweiler. Diese Billignummer haben wir selber viel besser drauf. Bei jeder Cabrio-Präsentation oder Motorrad-Markteinführung.« Maßanzug hat zweifellos recht. Wer je an einer seiner Veranstaltungen teilgenommen hat, weiß, wovon er spricht. Auf keinen Fall von dem Gebrabbel in PR-Seminaren. Auch nicht von der Lieblingsnummer kaltgestellter PR-Vorstände, die dann am liebsten über die Ethik der Öffentlichkeitsarbeit psalmodieren. Was Maßanzug in die Hand nimmt, kann sich sehen lassen. Jeder, der sich einen Presseausweis als Motorsportreporter besorgt und mit dem journalistischen Wanderzirkus einen Clipper besteigt, den Maßanzug betreut, kann dies auf Sizilien, in der Toscana oder wie bei den Geländemaschinen auf Korsika in Augenschein nehmen: ein teures Hotel einschließlich Ticketkosten für die Lebensfreude. Eine Maschine am Strand, um tagsüber ein bißchen durch die Gegend zu eiern. Am Abend dann eine sanfte Hostess, die mit Champagner den Technologieträger der Zukunft positioniert. Und dann die Millionenauflage von Zeitungen in den nächsten Tagen, in denen die revolutionären Umwälzungen durch das Eindringen in jungfräulichen Boden nachzulesen sind.

Doch zurück an die Bar. Maßanzug läßt nicht locker. Nach dem vierten Campari ist es so weit. Er äfft den Seminarleiter nach, Herrn Dr. Kummer von der Firma Friends + Partner. Maßanzug brüllt: »Wie lassen sich komplexe Systeme und ihre Dynamik überschaubar machen? Na wie, na wie?

Etwa durch Analyse? Denken Sie an den Wetterbericht oder an den Börsenkrach? Wohl noch nichts von der Mandelbrot-Menge gehört, Doktor? Ich sage nur Apfelmännchen. Na, Doktorchen? Sagen Sie es uns doch einmal. Wenn schon nicht überschaubar, dann doch bitte beherrschbar. Bitte. Bitte. Soll ich es Ihnen verraten?« Wieder kontrolliert er die Herrenrunde auf Zustimmung oder Ablehnung. Sie scheinen mit dem Auftritt wie immer einverstanden. Keine Reaktion, obwohl die Nummer eine raumfüllende Lautstärke erreicht hat. Die übrigen Gäste an den Nebentischen blicken bereits pikiert herüber. Sollte er für sie noch eine Hypothese über den Nutzen von Chaos aufstellen? Er überlegt. Aber er will ihnen keine Vorteile für die Kultur der laufenden Neuanpassung verschaffen, deren Adaption im Zeitalter der transitorischen Existenz nach Meinung von Maßanzug die zentrale Überlebensfrage ist. Prost, sagt er sich, das Spiel geht weiter.
»Ich rieche den Duft der großen weiten Welt, Herr Dr. Kummer«, giert Maßanzug, »wird wohl langsam Zeit für den langfristigen Handlungsprozeß, Doktor. Meinen Sie nicht? Oder vielleicht schon ab ins Bettchen? Ohne Frauchen? Zu schade. Trotzdem, good night, dormire bene. Träumen sie kreativ!« Dr. Kummer läuft rot an. Nicht allein aus Wut über das Verhalten von Maßanzug. Er ärgert sich vielmehr über sich selbst, weil es für ihn schwierig ist, die Hierarchie-Ebenen an der Bar festzustellen. Und die waren in seinem Einführungsreferat am Morgen über die Vermeidung von Chaos bei einer dramatischen Zunahme der Komplexität der erste Anknüpfungspunkt für deren Reduktion. Aber hier, unter der Bedingung von Streß und Konkurrenz, ist dies schwer festzustellen. Das subjektive Sicherheitsgefühl von Dr. Kummer geht Schritt für Schritt flöten.
Es sieht so aus, als ob Kummer die einzig problemrelevante Lösungsmethode für das sichtbare Netzwerk, das gelangweilt auf dem Barhocker herumrutscht, auch nicht kennte. In diesem Moment strömt aus Dr. Kummer die Einsamkeit des Managers. Am liebsten würde er sich über ein unwegsames Gebirge ins Tal der Toten zurückziehen. Er gibt sich einen Ruck und sagt sich: Haltung. Er tut so, als ob ihn dies alles nichts anginge. Dieser Maßanzug. Ganz deutlich setzt Kummer auf die Dafür-werde-ich-bezahlt-Option. Aber diese Strategie taugt lediglich im Normalfall, wenn er es mit Leuten aus dem mittleren Management aus kleineren Unternehmen zu tun hat. Gegenüber Maßanzug und seinen Mitkämpfern wirkt er eher wie das tapfere Schneiderlein, das sich mit letztem Mut an seiner Flasche Perrier festhält und statt dem Feind in die Augen wie Großvater ins Kaminfeuer guckt. Es sieht so aus, als würde Dr. Kummer gleich seinem Sensitivitätsmodell zum Opfer fallen und losheulen.
Bevor es dazu kommt, nimmt ihn Maßanzug in den Arm. »Weißt du«, lallt

Maßanzug ihn an, »wie ich Komplexität reduziere? Nein? Dann verrate ich es dir. Nur Ihnen, Doc, ausnahmsweise.« Er drückt Kummer an sich. »Aber nur, wenn Sie es nicht gleich wieder im nächsten Seminar weiterverkaufen.« Und nach einem weiteren tiefen Schluck: »Meine Welt ist so groß wie der Po meiner Frau. Und den versuche ich möglichst klein zu halten. So einfach ist das, lieber Kümmerling mit dem Überblick. So gewinne ich mein Weltbild und meine Reduktion von Komplexität, nach der ich wichtige Entscheidungen treffe.« Als Herr Dr. Kummer das Geheimnis dieses ganzheitlichen Ansatzes kennt, verläßt er sofort die Bar. Er murmelt etwas vor sich hin. Ausdrücke wie Idiot, Macker und patriarchale Drecksau sind zu vernehmen. Maßanzug, der noch ein paar Brocken der Suada auffängt, grölt hinterher: »Nicht frech werden, Doc, sonst verlangen wir unser Geld zurück, Sie Kümmerling.«

Maßanzug ist spürbar angesoffen. Das will sein Freund Fredmund Mistral nutzen. »Wie wäre es denn nach der Campari-Strecke mit einem Grappa-Zwischenspurt«, will er von Maßanzug wissen. »Klar doch«, entgegnet Maßanzug, »seit Casablanca ist die Welt immer zwei Drinks zu spät.« Mistral läßt die Flasche kommen und sagt: »Laß endlich die Katze aus dem Sack, alter Schleimbeutel. Wie habt ihr denn das gedreht mit dem Tempolimit?« Maßanzug setzt einen Grappa an und schüttet ihn in einem Zug hinunter. Er grinst: »Wenn schon Geheimnisverrat, dann wenigstens als Betrunkener verkleidet.« Mistral ist leicht genervt, weil er vermutet, daß daraus jetzt eine Geduldsprobe wird. Da er kein Absturzspezialist ist, befürchtet er, die entscheidenden Momente zu verpassen. »Rück schon raus mit deinen Tricks«, setzt er nach. »Okay, okay, okay, geklonte Pharmaratte, ich verrat es dir ja schon: Also ganz einfach. Mit der Produktion von schönstem Chaos. Zimmermann haben wir nach München bestellt, dort hat ihm der Finanzvorstand die Leviten gelesen, indem er ihm den Verlust von Investitionen für den Freistaat Bayern vorrechnete, falls durch das Tempolimit die Exportquote unter 70 Prozent fallen würde. Der große Vorsitzende fuhr nach Bonn und machte beim Kanzler auf europäische Einigung. Grundzug der Argumentationsstruktur: Wenn schon Temponivellierung in allen Ländern, dann bitte doch erst dafür sorgen, daß überall die Mehrwertsteuersätze einheitlich geregelt werden. Das wäre für einen wirklichen gemeinsamen Markt viel bedeutender als diese symbolischen Handlungen auf der Autobahn. A. wies den Kanzler noch auf die Avus-Geschichte in Berlin hin. Tempolimit als Politikersatz, weil keiner eine Ahnung davon hat, was ökologische Stadterneuerung sein soll. Auf die Frage, ob er auch so eine Pseudo-Emotionalisierung brauche, die die Leute polarisiert, um darüber hinwegzutäuschen, daß außer dem Busenbonus nicht viel am neuen Senat

dran ist, hat Kohl ihn beschieden: Bei uns wird nicht gemompert. Auch die Opposition haben wir bearbeitet. Auf Vogel haben wir den Vorsitzenden des Gesamtbetriebsrats angesetzt, der auf die Bedrohung der Arbeitnehmer durch das Tempolimit hinwies. Das hat Eindruck gemacht. Dem Napoleon-Enkel im Saarland haben wir eine fette Investition bei einem Zulieferer in Aussicht gestellt, falls er die Klappe hält. Die Grünen bekamen die neuesten Ergebnisse über die Entwicklung eines Wasserstoffmotors vorgestellt. Allerdings haben wir verschwiegen, daß der Energiebedarf für den benötigten Wasserstoff so groß wäre, daß ungefähr 600 Atomkraftwerke allein in der Bundesrepublik gebaut werden müßten. Nun gut, wir könnten auch weiterargumentieren und auf die Entwicklung der Solartechnologie hinweisen. Die superschnellen Yuppie-Nasen bei der jungen Union und bei den Jusos versorgten wir mit komplizierten Gutachten über internationale Vergleiche von Verkehrstoten pro Autobahnkilometer in USA, Großbritannien und Frankreich. Überhaupt setzten wir jede Menge Information mit den verschiedensten Theorien in Umlauf. Für die Springerpresse reichte das Gutachten von einem Trottel einer Provinzuniversität mit der These: Halb so schnell fahren heißt doppelt soviel Schadstoffausstoß. Der katholischen Kirche haben wir mitgeteilt: ›Wir glauben an den unbegrenzten Mobilitätsdrang des Menschen auf der Erde und in der Luft, trotz aller bestehenden und eventuell kommenden äußeren Einschränkungen.‹ Der Kardinal schrieb zurück: ›Siehe aber, das Ende ist nah, sprach der Herr. Trotzdem alles Gute. Viel Glück!‹ Zu guter Letzt haben wir die Diskussion über das Tempolimit durch ein Wirrwar von Zahlen, ein Tohuwabohu von Argumenten, durch die Belieferung von Freund und Feind mit PR-Spielmaterial abgemurkst. Selbst die Genossen vom Staatssicherheitsdienst, die seit Jahren versuchen, bei uns Forschungs- und Entwicklungsunterlagen zu organisieren, wußten nicht mehr, woran sie waren. Mit einem Wort, durch die Produktion eines Informations-Universums haben wir unser Problem gelöst. Nun können die Polit-Boys sich streiten, was die richtige Geschwindigkeit ist. Welches Argument in den Bergen von Behauptungen, Berichten, Theorien und Spekulationen stimmt. Außerdem kommt uns zugute, daß sich der menschliche Geist instinktiv gegen eine Maßnahme wehrt, die solche wunderbaren Gegensätze aus der Welt schaffen würde.«

Mistral staunt. Das war doch ein bißchen viel auf einmal. Eine einzige Frage interessiert ihn noch: »Und was macht ihr mit euren echten Kritikern, die durchblicken?« Maßanzug grinst: »Ganz einfach. Totloben. Wir animieren einen Gate-Keeper, eine Fernsehdiskussion mit kritischem Inhalt über uns zu machen. Und dann schicken wir einen netten Ingenieur hin, der sagt, wie richtig und wichtig die Kritik ist. So nebenbei weist er auf ein falsches

Detail hin, auf das es zwar nicht ankommt. Aber das kratzt an der Autorität der Sache. Was die Kritiker immer fertigmacht, ist unser Herrscherlob. Dann denken die Zuschauer, wenn wir schon unsere schärfsten Gegner für ihre bedeutende Arbeit loben können, kann das alles nicht so schlimm sein. Dabei hilft uns noch, daß alles, was Angst macht, eh nicht wahrgenommen, sondern verdrängt werden will. Wie sagte schon der gute Freud: Mit Verdrängung können wir nicht leben, aber ohne schon gar nicht. Der alte Zossel blickte durch. Funktioniert prima.« Maßanzug ordert noch zwei Espressos zum Abschied, während Mistral einen regressiven Anfall bekommt. Fünf vor zwölf findet er die ganze PR absolut unmoralisch, spricht von Kündigung und sagt zu Maßanzug: »Du bist ein moralischer Krüppel, ein Ignorant, der die Welt als einen Müllabladeplatz ansieht.« Er zieht seine Krawatte wieder fest, als Zeichen, daß er jetzt gehen will. »Keine Aufregung, Fredmund, sonst bekommst du noch einen Herzanfall«, sagt Maßanzug, »das lohnt sich doch nicht. Wir sollten dich besser mal auf einen Beliebigkeitsdrill schicken. Nicht soviel Netzwerk.« Er trinkt auch Mistrals Espresso aus und dreht sich um: »Ich bin gar nicht so zynisch, wie du denkst. Ich wünsche mir auch etwas anderes für meine Kinder als das apokalyptische La Paloma, eine Blechkiste für 80 000 Mark oder das Comeback der Fundamentalisten. Im übrigen halte ich mich an die Erkenntnis von Oscar Wilde: Wer die Wahrheit sagt, wird früher oder später dabei ertappt.« Mistral geht. »Letzte Bestellung«, ruft Maßanzug dem Kellner zu, »sorgen Sie für die Wiederkehr der Götter!«

Wir wollen Ihnen reinen Tee einschenken

TEEKAMPAGNE

DARJEELING
Ernte 1989
First Flush
Finest Tippy
Golden Flowery
Orange Pekoe

Extrem preiswert
durch Großeinkauf

Detaillierte Rückstandsanalysen
in Natur Nr. 11/88
als vorbildlich
beschrieben

DARJEELING

Wir verkaufen nur 100% reinen Darjeeling

Eine Idee der an der Freien Universität Berlin

PROJEKTWERKSTATT

Hiermit bestelle ich Darjeeling, First Flush, FTGFOP 1, Ernte 89 bei der

Projektwerkstatt GmbH
Patschkauer Weg 5
1000 Berlin 33

Tel.: 030/831 56 46/47

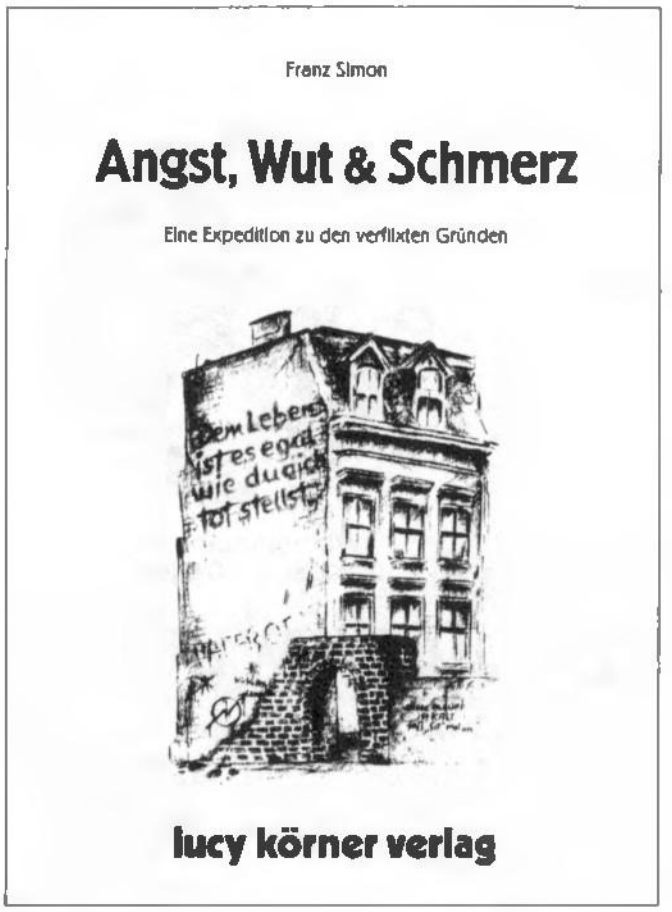
	Anzahl	DM
250g à DM 9,–		
500g à DM 17,–		
1.000g à DM 33,–		
Versandkostenpauschale		5,–
Gesamtsumme DM		

Meine Anschrift:

Über die Gesamtsumme füge ich einen Verrechnungsscheck bei

Telefon Datum Unterschrift

„Was ist eine Blume? Erkläre es mir ohne die üblichen Umschreibungen – du vermagst es nicht. Was du mir geben kannst, sind nur leere Worte. Doch überreiche sie mir, schweigend, und ich werde sie mit den Augen streicheln, riechen, betasten – und im Unermeßlichen hinter den Worten werden wir uns begegnen und begreifen, was eine Blume ist, was Leben ist."



In zwar einfachen, aber umso treffenderen Worten rührt Franz Simon an Probleme, die jeder von uns hat. Er spricht von der Sehnsucht nach Lebendigkeit, von dem Wunsch, sich selbst wirklich zu spüren. Ein Buch, das den Mut verlangt, mit vertrauten Ansichten und Verhaltensweisen aufzuräumen, das aber auch Wege zu den eigenen Gefühlen zeigt – zu Angst, Wut und Schmerz.
96 Seiten, Kart. 12,– DM

Rainer Paslack

»... da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein«

Die Karriere des Chaos zum Schlüsselbegriff

Derzeit ist in der öffentlichen Diskussion viel von »Chaos« oder »chaotischen Zuständen« die Rede. Das Spektrum von Chaosdiagnosen reicht dabei von der Bonner Finanzmisere über die Inflations- und Schuldenkrise der Dritten Welt bis hin zum Zusammenbruch ganzer Ökosysteme. Aber auch die »geistige Situation der Zeit« ist von »neuer Unübersichtlichkeit« (Habermas) gekennzeichnet: von einer Vielzahl einander widerstreitender Ideologien, Weltbilder und Subkulturen. Ein damit verbundenes, eher desorientierendes Überangebot an Therapien, Selbstverwirklichungs-»Techniken«, Lebensstilen und postmodernen Ausdrucksformen steht symptomatisch für eine Situation, in der traditionelle Sinndeutungen und industriegesellschaftliche Sozialstaatsprogrammatiken offenbar die Kraft verlieren, »künftige Möglichkeiten eines kollektiv besseren und weniger gefährdeten Lebens zu erschließen«[1]. Nicht weniger als um Macht und Geld wird um Definitionen des »guten Lebens« gestritten und nach Wegen gesucht, gegen die Eigendynamiken der öffentlichen Verwaltung und des Industriesystems mit ihren zunehmend dysfunktionalen Nebenfolgen neue – humanere und demokratischere – Steuerungspotentiale »von unten« zu mobilisieren. Das »Chaos« der »neuen Unübersichtlichkeit« ist somit nur die Kehrseite des von politischen und wirtschaftlichen Großinstitutionen »produzierten Chaos« an Fehlplanungen, Naturzerstörung und Erosionen lebensweltlicher Zusammenhänge. Die von außen chaotisch anmutende Vielzahl selbstorganisierter Gruppen und alternativer Subkulturen wird dabei aus der Binnenperspektive als Chance zu Selbst- und Mitbestimmung, gar als »evolutionärer Aufbruch« zu einer »Regenbogengesellschaft« verstanden.

Da stellt »zur rechten Zeit« eine frohe Botschaft aus der Wissenschaft sich ein, die deren Anspruch auf rationale Durchdringung der Wirklichkeit im Verein mit bezwingender Problemlösungskompetenz wieder einmal zu bestätigen scheint. Konsumgerecht aufbereitet lautet die Botschaft: Das Chaos sei gar nicht so chaotisch wie allgemein vermutet, sondern letztlich sogar der Ursprung aller Ordnung und die Bedingung der Evolution zu immer komplexeren Strukturen; es sei zwar richtig, daß der fernere Verlauf

komplex-dynamischer Prozesse (Beispiel: Wetter) – weil anfällig für »chaotische Fluktuationen« – prinzipiell nicht vorausberechnet werden könne, doch bedeute solche Unbestimmtheit zugleich die Chance zu spontaner Neuordnung und evolutionärer Vielfalt.
In einem »schöpferischen Chaos« können nurmehr konservative Besitzstandhalter eine ernsthafte Bedrohung erblicken. Für viele an Innovation und sozialer Selbstorganisation Interessierte hingegen scheint hier eine wissenschaftliche Bestätigung langgehegter Hoffnungen vorzuliegen: was bislang als »gähnender Abgrund« Schwindel provozierte, zeigt nunmehr die verlockenden Reize des prometheischen Feuers, in dem die abendländische Kultur gereinigt und neu geschmiedet werden könnte. Unter zunehmender Verwendung systemtheoretischer Sprechweisen wird das Chaospotential gesellschaftlicher Fluktuationen und die Vielfalt wählbarer Denk- und Lebenskonzepte als Möglichkeit zu soziokulturellem Wandel in Richtung gesteigerter Emanzipation gesehen. Im Zuge einer sich ausbreitenden Rezeption bestimmter naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse ist es so zu einer Neubewertung des Chaosbegriffs gekommen. »Chaos« bedeutet nicht länger nur Zerstörung und Auflösung, sondern auch Vorbereitung des wünschenswerten Neuen und damit einen Zustand »schöpferischer Instabilität«, den in Grenzen aufrechtzuerhalten in sich wertvoll sei. Diese positive Umwertung geschieht nicht von ungefähr: Sowohl die wissenschaftliche als auch die gesellschaftliche Karriere des Chaosbegriffs setzt die Existenz spezifischer Möglichkeiten voraus, an bestimmte Problemlagen und Entwicklungen anzuschließen.
Nach der Karriere eines Begriffs oder eines Konzepts zu fragen bedeutet immer, nach den besonderen *Bedingungen* seines *Erfolges,* seiner sozialen Akzeptanz zu fragen. Welche Umstände oder Faktoren begünstigen den wissenschaftlichen, politischen und kulturellen Aufstieg der Chaos-Vokabel zu einem – quasi postmodernen – Schlüsselbegriff? Es soll im Folgenden weniger um eine detaillierte *historische* Rekonstruktion dieser Erfolgsstory gehen als um die Explikation ihrer *strukturellen* und *kontextuellen* Voraussetzungen. Für eine Bestimmung der Erfolgsbedingungen müssen freilich die zentralen Stationen des Karriereweges – die wichtigsten Akteure, Entdeckungen, Problemfelder und -verschiebungen etc. – benannt und auf ihre Relevanz hin geprüft werden. Nur so können neben der »entwicklungslogischen« Folgerichtigkeit auch jene relativen Ungereimtheiten und Zufälligkeiten in den Blick kommen, wie sie wohl stets für Begriffskarrieren typisch sind, die sich einem komplexen Wechselspiel zwischen moderner Wissenschaft und ganz anders gearteten Gesellschaftsbereichen und Kultursphären verdanken.

Es läßt sich vermuten, daß die Diffusion des Chaosbegriffs innerhalb des Bereichs der Wissenschaften und in außerwissenschaftlichen Praxisfeldern (Politik, Wirtschaft, Kunst usw.) das Vorliegen *struktureller Analogien* oder *Isomorphien* zwischen wissenschaftsinternen und wissenschaftsexternen Problemkonstellationen zur Voraussetzung hat, die ungeachtet aller kontextuellen Besonderheiten die gesellschaftsweite Verwendung der Chaos-Vokabel attraktiv erscheinen lassen (und zwar in dem doppelten Sinne von »Chaos als geordnete Auflösung von Ordnung« und »Chaos als Übergang zu neuer Ordnung«). Freilich wird es von der »substantiellen Güte«, d. h. »objektiven Isomorphie« der angenommenen Analogiebeziehungen abhängen (doch welcher system*externe* Beobachter befindet darüber?), inwieweit der Chaosbegriff seine konzeptionelle Identität – so wie sie mathematisch-naturwissenschaftlich vorgeprägt worden ist – beim Durchgang durch nicht-naturwissenschaftliche bzw. außerwissenschaftliche Kontexte aufrechtzuerhalten vermag; dabei ist übrigens nicht nur an Bedeutungsverluste, sondern auch an Bedeutungszuwächse zu denken, die das Begriffsfeld von »Chaos« zu bereichern vermögen, aber auch bis zur Strukturlosigkeit inflationieren und pervertieren können. Jedenfalls wird der erreichbare Grad an durchgehaltener begrifflicher Konsistenz, verbunden mit hinreichender analytischer Schärfe, letztlich darüber entscheiden, ob die bemerkenswerte gesellschaftliche Diffusion von Chaos-Vokabeln mehr anzeigt als bloß ein wildwucherndes »Begriffs-Chaos«, das mystagogische Geraune eines verunsicherten Zeitgeistes, der nach noch unverbrauchten Trost- und Hoffnungsworten Ausschau hält, um dann ausgerechnet im traditionell übelbeleumundeten »Chaos« die Möglichkeit des Heils zu gewahren. Daß zumindest ein Gutteil, wenn nicht die Hauptmasse der Chaos-Diskurse auf das Konto derartiger kognitiv-emotiver Schieflagen und schlecht kaschierter Untergangsängste zu verbuchen ist, das bestätigen bereits wenige flüchtige Blicke in die massenmedial vermittelte Schlagwort-Börse.

Aber wie so oft, könnte es sich auch in diesem Falle lohnen, den Weizen von der Spreu zu sondern: Neben all den kurzatmigen und leerlaufenden »Chaos«-Verwendungen gibt es auch einige seriöse Ansätze (etwa in den Sozialwissenschaften), die speziellen Resultate der mathematisch-naturwissenschaftlichen Chaosforschung in einen größeren epistemologischen Zusammenhang zu stellen, der eine neue Sicht von Gesellschaft und Geschichte erlaubt, die nicht in einer platten und leicht fehlschlüssigen Analogisierung natürlicher Chaosphänomene mit soziokulturellen Wandlungsprozessen wurzelt. Daß beispielsweise die Rede vom »politischen Chaos« bedeutungsmäßig nicht identisch mit derjenigen vom »hydrodynamischen

Chaos« sein kann, ist trivialerweise klar. Die Frage ist nur, ob es nicht so etwas wie eine signifikante »Schnittmenge« zwischen beiden Begriffsverwendungen gibt, die es durchaus sinnvoll macht, »*struktur*wissenschaftliche« Aussagen über das Verhalten turbulenter Strömungen in einer nicht bloß metaphorischen Weise auf das Verhalten politisch instabiler Gesellschaften zu beziehen – und sei es auch bloß in *qualitativer* Hinsicht (denn daß physikalische Formeln und Parametergrößen umstandslos auf politische Prozesse angewandt werden könnten, wird niemand ernstlich erwarten). Darüber hinaus würde es in jedem Falle Aufgabe der Politikwissenschaftler bleiben, das, was an den Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Chaosforschung instruktiv, weil verallgemeinerbar ist, für eine eigenständige politologische Chaosforschung angemessen zu spezifizieren, zu operationalisieren und den Eigentümlichkeiten des politikwissenschaftlichen Diskurses anzupassen. Doch gesetzt einmal, die vermuteten Analogiemuster sind wirklich so stark, daß sinnvolle »Übersetzungen« zwischen heterogenen Wissenschaften bzw. Praxisfeldern (partiell) möglich sind, dann bleibt immer noch der komplizierende Umstand zu berücksichtigen, daß selbst da, wo man sich sinnmachende »Inanspruchnahmen« von Resultaten der Chaosforschung für die Analyse soziokultureller Chaos-Erscheinungen denken kann, ernsthafte Versuche dazu eher rar sind gegenüber dem Wust an oberflächlich-jargonmäßigen oder gar irrationalen und pseudowissenschaftlichen Chaos-Etiketten. Nicht immer sind ja die Interpreten auf der Höhe des an sich Leistbaren.

Da nur eine breitangelegte Untersuchung hier größere Klarheit schaffen könnte, wird dieser Artikel sich damit bescheiden, wenigstens die wichtigsten Erfolgsbedingungen der »Chaos-Karriere« zu bestimmen: insbesondere die markanten *Anschlußstellen für »strukturelle Kopplungen«* der Chaosforschung an andere Entwicklungen und Problemlagen sollen benannt werden. Mindestens vier solcher Erfolgs- oder Anschlußbedingungen sind erkennbar, zwei inner- und zwei außerwissenschaftliche (nur auf die beiden letzteren wird hier Bezug genommen):

1. das Vorhandensein geeigneter *Rechenverfahren* und die rasante Entwicklung leistungsfähiger *Digitalrechner* in den sechziger Jahren (als »technische« oder »instrumentelle Erfolgsbedingung« der Chaosforschung);
2. die Anschließbarkeit mathematisch-naturwissenschaftlicher Chaoskonzepte an andere – zeitlich parallel entwickelte – Konzepte zur Modellierung dynamischer Systeme und damit an ein transdisziplinäres Forschungsprogramm der *Selbstorganisation* sowie an eine darauf bezogene epistemologische Grundlagendiskussion innerhalb zahlreicher Wissenschaften (als die »forschungsprogrammatische Erfolgsbedingung« der Chaosforschung);

Chaosforschung als Selbstorganisationsforschung ist Bestandteil einer neuen Sicht der Natur;
3. die mögliche Anschließbarkeit bestimmter Entdeckungen der Chaos- bzw. Selbstorganisationsforschung an als »ähnlich« diagnostizierte Phänomene gesellschaftlicher Krisenentwicklungen (als die sozusagen »pragmatische«, auf Problemäquivalenz abstellende Erfolgsbedingung); die Chaosforschung wird hier zur Definition von Problemen der Steuerung sozialer und ökologischer Komplexität unter nichtabschätzbaren Entartungsrisiken herangezogen bzw. soll Erklärungen für die offensichtliche Unplanbarkeit komplexer Entwicklungen liefern;
4. schließlich – als »legitimatorische Erfolgsbedingung« – die Benutzbarkeit chaoswissenschaftlicher Konzepte (und anderer Selbstorganisationstheorien) zur »ideologischen« Abstützung bestimmter sozialkultureller Ansätze und politischer *issues*, die eine umfassende Innovation der Gesellschaft anstreben (ihren »ökologischen Umbau«, ihre »Transformation« in eine »New Age«-Kultur, ihre »Post-Modernisierung« u. a. m.).

Wenden wir uns der außerwissenschaftlichen Erfolgskarriere der Chaosforschung zu: Einige der Krisen- und Chaosphänomene moderner Gesellschaften, aufgrund derer die Ergebnisse der Chaosforschung auch außerwissenschaftlich interessant werden (dritte Erfolgsbedingung), wurden bereits eingangs genannt. Wo immer eine gewisse Äquivalenz der Problemlagen gesehen wird, erhofft man sich genauere Einsicht in die zugrundeliegenden Strukturen und Prozesse seitens der Chaosforschung. Sei es, daß es um die Regelung krisenanfälliger Marktprozesse, um die Eskalationsgefahren von sozialen Unruhen, von militärischen Spannungsfällen, des Nord-Süd-Konflikts oder um die unberechenbare Eigendynamik auswuchernder Bürokratien oder des anthropogen veränderten Weltklimas (Ozonloch) geht, von der (natur- und sozialwissenschaftlichen) Chaosforschung verspricht man sich Aufklärung über die strukturellen Ursachen der Unplanbarkeit und Nichtsteuerbarkeit sozialer und ökologischer Komplexität. Sind doch einerseits einstige »Planungseuphorien« und »Machbarkeitsutopien« an der offensichtlichen Unterkomplexität menschlichen Planens gegenüber der Eigendynamik gesellschaftlicher und ökologischer Prozeßverläufe gescheitert und haben sich andererseits liberalistische Hoffnungen auf ausschließlich positive Folgewirkungen des freien Zusammenwirkens wirtschaftlicher Marktkräfte als naiv erwiesen, insofern sich Harmonie und Gleichgewicht eben nicht naturwüchsig einstellen, vielmehr die spontane Bewegung ökonomischer Marktelemente auch zu für das Ganze »disharmonischen« und selbstzerstörerischen Ergebnissen führen kann.[2] Gesucht

wird daher ein »Mittelweg« zwischen Totalplanung und reiner Selbstorganisation, ein optimales Verhältnis zwischen staatlichem Interventionismus und demokratischer Selbstbestimmung ohne (nennenswerte) negative Auswirkungen auf die natürlichen Grundlagen des gesellschaftlichen Lebens. Dazu bedarf es einer Wissenschaft, die Komplexität als solche ernst nimmt und ein Verständnis für die Eigenarten offener dynamischer Systeme ermöglicht.

Diese »Wissenschaft vom Komplexen«, die von Chaos- und anderen Selbstorganisationsforschern entwickelt wurde[3], beeinflußt das gesellschaftliche Denken dabei in doppelter Hinsicht: zum einen wirkt sie auf die Art, wie soziokulturelle und ökologische Probleme überhaupt wahrgenommen und definiert werden; zum andern bietet sie Perspektiven zur Überwindung der Problembestände an oder soll sie anbieten. Die Wissenschaft erhält hier die Chance, der vielseits geäußerten Kritik am wissenschaftlich-technischen Fortschritt dadurch zu begegnen, daß sie höchstselbst ihre Erneuerung verkündet und dem »cartesianisch-mechanistischen Weltbild« abschwört (so etwa Prigogine). Derartige Hoffnungen und Ambitionen sind freilich mit einigem Mißtrauen zu betrachten: nicht nur, daß es verfrüht ist, bereits von einer »wissenschaftlichen Revolution« zu sprechen, auch die Versuche einer gesellschaftspraktischen Anwendung der Chaostheorie könnten ein ähnliches Schicksal erfahren wie in den fünfziger Jahren jene Hoffnungen, mit Hilfe von N. Wieners statistischer Informationstheorie komplexeste Kommunikationssysteme – wie eben auch menschliche Gesellschaften – ausrechnen und so Störungen in den Informationskanälen rechtzeitig voraussagen und beheben zu können; schon einmal sollte so der Gefahr von Katastrophen (etwa Kriegen) präventiv gewehrt werden. Die anfängliche Euphorie verflog dann rasch.

Um wenigstens auf ein Phänomen politischer Instabilität, die zu Chaos führen kann, näher einzugehen: die oft zitierte »Unregierbarkeit« moderner Demokratien. Diese wurzelt zum einen in der »Überlastung« der legislativen und exekutiven Organe durch eine im Zeichen der Wohlfahrtsstaatlichkeit inflationierte Anspruchsdynamik der Bürger, zum andern in der dadurch bewirkten Aufblähung des Verwaltungsapparates, dessen Unbeherrschbarkeit seitens der Politik fast zu einer Umkehrung der Machtverhältnisse geführt hat: an die Stelle einer demokratischen Instrumentalisierung der Bürokratie durch die politischen Instanzen, speziell durch die Parlamente, ist eine Instrumentalisierung der Politik durch die Apparate und ihre gut organisierten Klientele (Verbände) getreten; die Politiker werden zu Sündenböcken, d. h. bloßen Legitimatoren von Verwaltungsentscheidungen, die einer eigenen undurchschaubaren Logik entspringen. Ent-

sprechend bewegen sich Versuche einer staatlichen Krisenbewältigung im Rahmen bürokratisch definierter »Sachlogiken«, folgen schrittweise »Symptombekämpfungsstrategien« und erhöhen somit das Risiko politischer und ökologischer Katastrophen eher noch, als daß sie innovative »Auswege aus der Gefahr« zu weisen vermögen[4]. Diesem »Staatsversagen« entspricht auf der anderen Seite ein »Versagen des Marktes«, der durch monopolistische Tendenzen seine eigene Aufhebung betreibt und an der privatwirtschaftlichen Produktion »kollektiver Güter« (z. B. einer gesunden Umwelt) kein Interesse zeigt, sondern die Kosten für produktionsbedingte Umweltschäden in die Gesellschaft externalisiert.

Dies ist die Situation, in der von dritter Seite – neben Staat und Markt – Versuche zu Sozialinnovationen auf den Plan treten, die eine Kursänderung der gesellschaftlichen Entwicklung nicht über eine Vermehrung politischer Steuerungsanstrengungen im Zentrum, sondern über eine erhöhte Steuerbarkeit der Apparate (und der Wirtschaft) durch *Dezentralisierung* zu bewirken trachten. Als Vorreiter einer solchen innovativen Krisenbewältigung durch Machtrückbildung sind die *Neuen sozialen Bewegungen* anzusehen, in denen sich die organisatorisch unterprivilegierten Interessen betroffener Bürger und gesellschaftlicher Randgruppen zu Protest- und Selbsthilfeaktionen formieren. Hier stoßen wir auf die *vierte Erfolgsbedingung* für die Karriere des Chaosbegriffs: die Anknüpfung an alternativkulturelle Ideen und Praxisformen sozialer Selbstorganisation. Der Bezug dieser Bewegungen zum Chaos-Thema ist ein zweifacher: zum einen ist die Entstehung der Bewegungen ein Produkt zunehmend als chaotisch empfundener Gesellschaftsverhältnisse, zum andern verstehen sie sich als Katalysatoren eines sozialen Wandels, der eine »Experimentiergesellschaft« der kulturellen Vielfalt und politisch-sozialen Selbstorganisation hervorbringen soll, in der – pointiert gesagt – »Chaos« als »Evolutionsmechanismus« (im Sinne »permanenter sozialer Innovation«) institutionalisiert ist.

Dies bezeugen ihre Forderungen nach einer Dezentralisierung hierarchischer Machtstrukturen (durch »Kommunalisierung« und »Regionalisierung«) bzw. nach Partizipation an allen relevanten politischen Entscheidungen (durch Einführung basisdemokratischer oder plebiszitärer Mechanismen) sowie nach einer Rückverlagerung staatlicher Kompetenzen in den Bereich privater Autonomie (dies betrifft vor allem die Bereiche Erziehung und Kultur sowie bestimmte Formen der psychosozialen Versorgung). Vorgelebt wird die Einlösung solcher »issues« in Form von Lebensstilexperimenten (Kommunebewegung), durch den Aufbau »kleiner sozialer Netze«, die Selbstorganisation von Selbsthilfegruppen und die Wiederbelebung einer genossenschaftlichen Selbstverwaltungswirtschaft. Dem ökolo-

gischen »Umbau des Sozialstaates« und der »postpatriarchalischen« Neudefinition des Geschlechterverhältnisses (Neue Frauenbewegung) entspricht ein anvisiertes neues Mensch-Natur-Verhältnis auf der Grundlage »sanfter Technologien« und einer »sozialen Naturwissenschaft«, deren »holistisches Denken« den Menschen in die Analyse von Naturprozessen miteinbezieht, sowie gelegentlich die Vorstellung einer »dualwirtschaftlich« strukturierten Wirtschaftsdemokratie (so bei A. Gorz und J. Huber). Dabei wird in den fortgeschrittensten Alternativmodellen konzediert, daß eine effektive Dezentralisierung durchaus effektive Zentralen voraussetzt, wenngleich diese sich auf generelle Ausgleichs- und Koordinierungsfunktionen zu beschränken hätten.

In summa: Für zahlreiche Anhänger der neuen sozialen Bewegungen führt der gegenwärtige Superindustrialismus im Verein mit Superbürokratismus geradenwegs in das Chaos der Katastrophen; dagegen sei das positive »Chaos« herrschaftsfreier Kommunikation innerhalb flexibel geknüpfter Netzwerke zu mobilisieren. Der Undurchschaubarkeit »überkomplexer« Verhältnisse sei nicht durch ein Mehr an zentraler Kontrolle, sondern durch ein Mehr an dezentral organisierter Kooperation zu begegnen. Möglichst weitgehende (optimale, nicht maximale) Selbstorganisation öffne die Komplexität politischer, sozialer und ökonomischer Beziehungen für Innovation und Evolution, da sie kooperatives Lernen, kollektive Konsensbildung und den fairen Umgang mit Vielfalt fördere, während hierarchisch organisierte Großinstitutionen (Gorz' »Megamaschinen«) zum Strukturkonservatismus neigten, ohne Komplexität wirklich managen zu können.

Wieviel an diesen Ideen bloßes Wunschdenken ist, mag dahingestellt bleiben, auch ob wir uns tatsächlich auf eine »Bifurkation« der gesellschaftlichen Entwicklung hinbewegen, da das etablierte »Regime« der Industriegesellschaft bereits derart »destabilisiert« ist, daß – wie E. Laszlo meint – »alternative Bewegungen und Ideale kräftig nach oben drängen. Welche der verschiedenen Alternativen, die um die Durchsetzung ringen, letztlich siegen und zum ›Attraktor‹ werden wird, der die Bahnkurve der Evolution dieser Gesellschaft auf dem nächsthöheren Stabilitätsniveau bestimmt, hängt davon ab, was die Menschen an den Bifurkationspunkten unternehmen. Es hängt ab von der Überzeugungskraft jener, die diese Bewegungen vertreten, und von der Fähigkeit, sich zu vermehren und ihre Zielsetzungen und Ideale in der Bevölkerung zu verbreiten.«[5]

Daß es gelingen wird, am nächsten Verzweigungspunkt die richtige Weichenstellung vorzunehmen, davon zeigen sich die Anhänger einer anderen sozialkulturellen Bewegung überzeugt: die Propheten eines »New Age« sehen darin geradezu eine schicksalhafte Zwangsläufigkeit. In dieser vom

Elan einer »Neuen Religiosität« oder »Neuen Esoterik« getragenen Bewegung finden sich die explizitesten – und zugleich fragwürdigsten – Anknüpfungen an wissenschaftliche Selbstorganisations- und Chaos-Konzepte: gefordert wird ein »Paradigmawechsel«, der dem Menschen die Fähigkeit zur »Partizipation« an einem als ganzheitlich erfahrenen Universum zurückbringen soll. Die neue »holistische« Weltsicht unterstellt, daß die Trennungen von Geist und Materie, von Subjekt und Objekt, von Mensch und Natur, aber auch von Mensch und »Göttlichem« aufgehoben sind. In moderner Manier werden dabei oft systemtheoretische Formulierungen verwendet: das Gewebe des Kosmos wird als Resultat eines selbstorganisierenden Prozesses begriffen, dem freilich ein »göttliches Prinzip« zugrunde liege. Die Vorstellung einer diesen Prozeß durchwaltenden »kosmischen Energie« wird in der Regel mit der Vorstellung einer »Evolution des Menschheitsbewußtseins« verbunden: »New Ager« wie F. Capra und M. Ferguson[6] verstehen diese Evolution als einen Prozeß der Selbstorganisation, in den der Mensch durch »neues Denken« und »neues Bewußtsein« eingreifen kann.

Zum Gestalter der eigenen Entwicklung wird der Mensch laut M. Ferguson durch die fortschreitende »Vernetzung« kleiner Gruppen »sanfter Verschwörer«, die sich überall rund um den Globus bilden: »Sanfte Verschwörung« bedeutet, daß der Umsturz der Gesellschaft nicht aktionistisch betrieben, vielmehr »spirituell« antizipiert wird; und zwar so, daß sich die »Verschwörer« innerlich darauf vorbereiten, im Augenblick der »katastrophischen Bifurkation« den richtigen Ausweg aufweisen zu können, der das Schlimmste gerade noch verhindern wird. Kurz vor Eintritt des völligen Chaos – also in naher Zukunft – rechnen sie offenbar mit dem aus der Wirtschaftstheorie bekannten »Bandwagon-Effekt«, der immer dann eintritt, wenn eine kritische Anzahl von Personen erreicht wird, die sich für eine Sache so stark engagieren (kritische Anfangsfluktuation), daß durch einen kaskadenförmig anwachsenden Verstärkungseffekt auch schwächer motivierte Personen mobilisiert werden. Die »Neue Politik« der »Wendezeit«-Apologeten besagt daher, daß sich eine Veränderung der politischen und ökonomischen Institutionen über eine lawinenartig verlaufende »tiefenökologische« Veränderung der geistigen Grundhaltung, der »normativen software« der Gesellschaft, von selbst ergeben wird.

Kurzum: »Selbstorganisation«, verstanden als spontane Erzeugung von »Ordnungsparametern« innerhalb »turbulenter« Verzweigungssituationen durch positive Rückkopplung, bedeutet für die Hauptströmungen der New-Age-Bewegung einerseits die reale Chance, über »kritische Fluktuationen« innerhalb der Gesellschaft ihre »Transformation« nach »postmate-

rialistischen« Wertmustern zu erwirken, andererseits die ontologische Grundeigenschaft eines Universums, dessen miteinander »vernetzte« Einheiten über viele »Emergenzstufen« einen »koevolutiven« Prozeß in Richtung wachsender Komplexität und »Geistigkeit« durchlaufen. Den New-Age-Denkern gelingt es dabei bruchlos, »Ganzheitlichkeit« (im Sinne von: »alles hängt mit allem zusammen«) mit chaostheoretischen Prämissen in Einklang zu bringen: gerade weil der kausale Wirkungszusammenhang universal ist, gibt es keine quantité négligeable mehr, kann bereits die Bewegung eines einzelnen Atoms am Rande der Milchstraße beliebige Prozesse auf der Erde (z. B. den Lauf von Billardkugeln nach mehreren Karambolagen) auf unberechenbare Weise beeinflussen. Selbstorganisations- und Chaostheorien lassen sich auf diese Weise sozusagen nahtlos in die Konstruktion eines »ökologischen Weltbilds der Evolution« einfügen.[7] Widersprüche ergeben sich freilich in der spirituellen Dimension: wie verträgt sich die Vorstellung eines »frei fluktuierenden Universums« – dessen Entwicklung mithin als evolutionär offener Prozeß gedacht werden muß – mit der häufig in New-Age-Kreisen anzutreffenden Überzeugung von der teleologischen Vorbestimmtheit der Entwicklung? Nicht zuletzt ist es ja die Fixierung auf astrologische Zukunftserwartungen (Stichwort: »Wassermannzeitalter«), auf einen Teilhardschen »Punkt Omega« oder das Walten eines »kosmischen Karma«, die der Bewegung ihren optimistischen Schwung und ihre neu-esoterische Attraktivität verleiht.
Die gelegentlichen Verflechtungen zwischen der New-Age-Bewegung (der »aufsteigenden Kultur«, wie Capra neuerdings sagt) und den neuen sozialen Bewegungen – besonders in den USA – sollten nicht darüber hinwegtäuschen, daß doch große ideologische Differenzen zwischen beiden Bewegungsszenen existieren: häufig zu Recht wird den New-Age-Anhängern seitens eher politisch-pragmatisch orientierter Repräsentanten der neuen sozialen Bewegungen politische Naivität, programmatische Diffusität und irrationale Versponnenheit bis hin zu geschäftstüchtiger Scharlatanerie vorgeworfen. Um diese Konfliktlinien brauchen wir uns hier jedoch nicht zu kümmern: für unsere Analyse interessant ist allein die Tatsache, daß beide Bewegungsformationen »Anleihen« bei der Selbstorganisations- und Chaosforschung machen, um ihren Innovationsinteressen eine wissenschaftliche Legitimation zu verschaffen.

Vergleichbare Ansätze zu einer solchen Legitimationsstiftung lassen sich auch im Bereich der zeitgenössischen *Kunst* aufzeigen, speziell an bestimmten Erscheinungsformen der *Postmoderne*. Nach W. Welsch, der die bislang wohl profundeste theoretische Begründung einer »veritablen Postmoderne«

vorgelegt hat[8], die er vehement gegenüber einer bloß verspielt-eklektizistischen »Potpourri-Postmoderne« und pessimistischen »Post-histoire«-Philosophien abgesetzt wissen will, entspricht der Postmodernismus einer stark ausdifferenzierten Gesellschaft, die ohne Situierung eines Zentrums und ohne Rückgriff auf einen »Supercode« der Kommunikation auskommen müsse. Auch die Kunst habe daher allen Einheitsobsessionen und universalistischen Ganzheitsbestrebungen abzusagen und statt dessen auf die Mobilisierung und Kultivierung der Differenzen zu setzen. Im postmodernen Kunstwerk konstituieren »Komplexität und Widerspruch« (Venturi) eine Art »offener Einheit«, innerhalb derer heterogene Stile und Sprachen in einen spannungsreichen Dialog treten. Die im Werk repräsentierte Unordnung als Vielfalt sei indes nicht völlig regellos: nur daß Einheit und Stimmigkeit nicht länger – wie im klassischen Werk – über die Einheit des Stils bzw. die gestaltete Authentizität einer gesellschaftlichen Utopie verbürgt werden, sondern über »laterale Übergänge« (Welsch) zwischen heterogenen Sinn- und Formwelten vermittels werkimmanenter Kommunikation, d. h. über die netzwerkartige Verknüpfung stilistisch-formaler, inhaltlicher und funktionaler Differenzen.

Zur Begründung beruft sich Welsch aber nun nicht nur auf die unaufhaltsame Veränderung von der industriellen Produktions- zur postindustriellen Dienstleistungs- und postmodernen Aktivitätsgesellschaft, sondern auch auf das »wissenschaftliche Interesse an nicht-deterministischen Prozessen, an Strukturen der Selbstorganisation, an Chaos und fraktaler Dimension«.[9] Ansätze wie »Mandelbrots Theorie der Fraktale und Thoms Katastrophentheorie bis zu Prigogines Theorie der dissipativen Strukturen und Hakens synergetischer Chaosforschung«[10] stehen für Welsch in der Tradition einer konsequenten Auflösung neuzeitlicher Einheitsvorstellungen, die bereits mit der Speziellen Relativitätstheorie Einsteins, die kein ausgezeichnetes Bezugssystem mehr zuläßt, mit Heisenbergs Unschärferelation und Gödels Unvollständigkeitssatz eingesetzt habe; weshalb auch schon für die »klassische Moderne« Stilpluralismus, Experimentierlust und Montageprinzip signifikant gewesen seien: doch sei der Verlust des Ganzen damals noch mit »Trauerarbeit« bzw. neuzeitlich-utopischen Wiederherstellbarkeitshoffnungen verbunden worden. Demgegenüber erkläre sich der postmoderne Mensch mit der Verabschiedung der Einheitswünsche einverstanden und setze auf »die Freigabe und Potenzierung der Sprachspiele in ihrer Heterogenität, Autonomie und Irreduzibilität«[11]; so gesehen sei Komplexität das genaue Gegenteil von Ganzheit im Sinne totaler Ordnung, zumal Vielheit als dynamisches Spiel der Differenzen jeder Erfahrung von struktureller Einheit logisch vorausgehe. Wie in der postmodernen Kunstproduktion

(besonders deutlich in der Architektur: bei J. Stirling, M. Ungers und H. Hollein), so konzentriere sich auch in den Wissenschaften nunmehr »der Blick auf Bildung, Übergänge und Brüche diskreter Strukturen, und man entdeckt, daß Determinismus und Kontinuität je nur in begrenzten Bereichen gelten, die untereinander eher in Verhältnissen der Diskontinuität und des Antagonismus stehen. Die Wirklichkeit folgt nicht einem einzigen Modell, sondern mehreren, sie ist konflikthaft und dramatisch strukturiert, sie zeigt Einheitlichkeit nur in spezifischen Dimensionen, nicht im ganzen.«[12] Pluralismus – der Modelle, der Paradigmen, der Methoden – ist Signum auch der neuen »postmodernen Wissenschaft« vom Komplexen (womit Welsch aber nicht für ein »anarchistisches« Prinzip des »anything goes« a là P. Feyerabend plädiert haben möchte).

»Polyregularität« anstelle einer Totalitätsregel in allen Bereichen der Welterfahrung und gesellschaftlichen Praxis müsse keineswegs ins Chaos unverbundener, weil hermetisch gegeneinander abgeschlossener Sprachspiele oder Diskurs-»Monaden« führen – diese Gefahr glaubt Welsch allerdings bei dem postmodernen »Chefdenker« Lyotard auszumachen –, insofern man nur die Möglichkeiten einer »transversalen Vernunft« nutze, zwischen den heterogenen Sinnprovinzen »Brücken« zu schlagen (also für jedes »Sinnsystem« Umweltreferenzen zuzulassen, wie man vielleicht interpretieren darf). Ein »plurales Code-Bewußtsein« und dialogische Vernetzungen zwischen den Codes seien sehr wohl – und ohne Rückgriff auf die Metaregeln eines »Super-Codes« – miteinander zu vereinbaren. Die Diskontinuitäten, die Brüche und Sprünge zwischen verschiedenen Sprachspielen seien keine absoluten, zumal ja die Sprachspiele ihre Existenz historischen Prozessen der Ausdifferenzierung aus einem mehr oder minder homogenen Kulturzusammenhang verdankten. Entsprechend markiere auch das »turbulente« Wechselspiel zwischen ihnen kein schlechthin regelloses Chaos, sondern eröffne einen kommunikativen Spielraum von Anknüpfungspunkten sowie Austausch- und Vergleichsmöglichkeiten. Vom postmodernen Künstler verlange dies die bewußte – »transversal« reflektierte – »Produktion von Diskontinuität« als Ausdruck eines »vielfältigen Nomadismus« (A. B. Oliva).

Wie für die bildenden Künste gilt dies auch für die postmoderne Literatur: Bezüge zur Theorie offener dynamischer Systeme ergeben sich hier etwa in der »Offenheit« gegenüber dem Leser, der »als Komplize« (Cortázar) gewonnen werden soll. Ein Spielraum komplexer kombinatorischer Möglichkeiten wird eröffnet, der sich gegenüber der Individualität des Autors, seinen persönlichen Meinungen und Absichten, relativ unabhängig verhält; ein labyrinthisches System multivalenter Bedeutungen und Sinnverweisungen

lädt einen »idealen Leser«, der nicht länger vom Autor bevormundet werden soll, zur produktiven Entschlüsselung ein (Interpretationsoffenheit als textuelles Strukturprinzip). Postmoderne Literatur (von Eco, Calvino, Pynchon, Gaddis, Federman u. a.) spielt mit dem Leser ein unverbindliches (und doch ernstes) Spiel unter vielen möglichen Spielen – sie ist am Plan, an Plänen möglicher Welten, die alle gleichwertig sind, interessiert. Mit dem Detektiv oder dem Lebenskünstler – typischen »Helden« dieser Literatur – geht der Leser auf die Suche nach Sinn im Chaos der Signifikanten, ohne doch auf letzte Gewißheiten hoffen zu dürfen. Dem liegt die (durchaus »fröhliche«) Vorstellung zugrunde, daß insgesamt das menschliche Leben eine Mixtur mehr oder minder beliebiger Zufälle und Wahlmöglichkeiten (eine Abfolge von Bifurkationen!) ist – also im ganzen ein »chaotisches Lebensgefühl«, das gleichwohl die Freiheit von Sinnzwängen und zu Sinnsetzungen impliziert. – Der Autonomie des Lesers entspricht eine Autonomie des Textes. Die prozessuale Struktur zumal epischer Texte erlaubt die Verwendung von Zeit für die Erzeugung selbstreferenter Textschleifen, die Bedeutung inhärent erzeugen und so den Text autonomisieren: die normalsprachlich verfestigten signifiant/signifié-Kopplungen werden so weit gelockert, daß die Signifikanten gleichsam zu »flottieren« beginnen und ihre Normalbedeutung spürbar einbüßen. Der derart »geöffnete« Text fordert den Leser zur Teilnahme an einem prinzipiell unabschließbaren Semiose-Prozeß auf, wobei »partielle Ordnungsmuster« (eine Anspielung auf physikalische Chaos-Theorien) »spontan entstehen und vergehen« können.[13]
Allerdings – so viel sei hier kritisch angemerkt – zeigt die Lektüre dieser »Literatur der Selbstverschlingung« (B. Klähn), daß es meistens beim intentionalen Gestus bleibt und die radikale (»dekonstruktivistische«) »Abdankung« des sinnkonstituierenden Narrators/Autors, also die Aufhebung zentraler Sinnreferenzen des Textes, nur mit viel gutem Willen nachvollziehbar ist. Es ist eine Sache, die »Dekonstruktion des Ausdrucks« (F. Jameson) oder die Überwindung außertextueller »Bedeutungstiefe« zu fordern, um dadurch – wie Derrida und verwandte Poststrukturalisten – der Interpretation als der hermeneutischen Suche nach *der* Bedeutung des Textes den Kampf anzusagen, und eine andere, Texte zu verfassen, in denen erkennbar kein »logozentrisches Subjekt« mehr die Sprache dominiert, vielmehr die reine »Struktur ohne Zentrum, ohne transzendentales Signifikat«[14] herrscht. Hier spielen offenbar erkenntnis- und sprachphilosophische Grundüberzeugungen eine Rolle, über die schwerlich apriori, eher schon von der analytischen Leistungsfähigkeit her entschieden werden kann. Chaostheoretische Anknüpfungspunkte ergeben sich für die postmoderne bzw. poststrukturalistische (oder dekonstruktivistische) Literaturauffas-

sung also vor allem dadurch, daß klassische Ordnungsbeziehungen (orientierendes Zentrum versus Peripherie, Oberflächen- versus Tiefenbedeutung) für obsolet erklärt und durch ein »freies Spiel der Zeichen« substituiert werden. Dies läßt sich als philosophisches bzw. ästhetisches Gegenstück zu der allgemeinen Orientierungs- oder Sinnkrise in den kognitiv und normativ weithin verunsicherten Gesellschaften des Westens begreifen.

Gesetzt den Fall, daß die Pluralisierung von Sinn- und Handlungswelten innerhalb funktional ausdifferenzierter Gesellschaften nicht mehr zugunsten einer weitgehend sinn-homogenen »Lebenswelt« rückgängig gemacht werden kann – und dafür spricht eigentlich alles –, dann werden »brückentheoretische« Ansätze (wie etwa bei Welsch) zu notwendigen Antidota gegen einen seinerseits »totalitären« neu-skeptischen Relativismus, dessen Verliebtheit ins »Beliebigkeits-Chaos« offenbar nach der Maxime verfährt: »Alles ist möglich, alles ist erlaubt« (gemäß Feyerabends Philosophie der Indifferenz), Form käme vor Inhalt, Ästhetik vor Ethik (Neuer Ästhetizismus), das Faktisch-Konkrete vor dem Grundsätzlich-Letztbegründbaren (Marquards »Abschied vom Prinzipiellen«), Wahrnehmung und Intuition vor den Mühen der Theoriebildung (Sloterdijks »Zurück zu den Sinnen der Wahrnehmung«). Wo die »Wahrheiten« sich postmodernistisch pluralisieren, bedarf es im Gegenzug einer rationalen Komparatistik und dazu der Entwicklung zwar »liberaler« (nicht-diktatorisch-normativer), aber gleichwohl kritisch-argumentativer Standards theoretischer Reflexion: gerade eine »vielfach kodierte« Wirklichkeit erfordert die reflexive Konstruktion von – wie auch immer provisorischen – »Übergängen«: zur Erzeugung von »Ordnung *im* Chaos« differenter Handlungs- und Erfahrungsweisen. Fürwahr eine herkulische Aufgabe für ein Denken, welches das »Projekt der Aufklärung« noch nicht endgültig abgeschrieben hat.

Abschließend sei noch auf zwei spezielle Aspekte postmodernen Bauens hingewiesen, die sich chaostheoretisch »abstützen« lassen. Zum einen auf die bemerkenswerte Wiederkehr des Ornamentalen und Dekorativen in der postmodernen Architektur: die damit bewirkte Tiefenstrukturierung und Feingliederung von Fassaden erinnert durchaus an Mandelbrots Prinzip der »Selbstähnlichkeit«, an die iterierte Performanz ähnlicher Strukturmuster in immer kleineren Maßstäben. »Mandelbrot zufolge entbehrt befriedigende Kunst eines Maßstabs, und zwar in dem Sinn, daß sie wichtige Elemente in allen Maßstäben enthält. Gegen das Seagram Building hält er die Architektur der Beaux-Arts mit ihren Skulpturen und Wasserspeiern, ihren Ecksteinen und Pilastern, ihren Kartuschen und Schneckenverzierungen, ihren kannelierten und gezackten Gesimsen.«[15] Interessant an dieser Darstellung ist, daß die Schönheit eines bestimmten Baustils (»befriedigende Kunst«)

durch Rekurs auf natürliche Ordnungsmuster legitimiert wird. Mandelbrot hätte hier auch manches Paradestück postmodernen Bauens anführen können.
Zum anderen sei auf die »Architektur des Dekonstruktivismus« verwiesen (eine Variante oder bereits die Transzendierung der Postmoderne?): Dekonstruktionistische Architekten wie F. O. Gehry, B. Tschumi oder Z. H. Hadid streben – partiell unter Anknüpfung an die Arbeiten der russischen Avantgardisten zu Beginn des Jahrhunderts – nach einer visuellen Destabilisierung der Struktur. »Dekonstruktion« meint dabei nicht Zerstörung oder Zerstückelung, sondern erwächst aus der Ablehnung traditioneller Werte »wie Harmonie, Einheit und Stabilität und aus der Annahme einer anderen Sicht von Struktur: der Sichtweise, daß die Defekte der Struktur innewohnen. Sie können nicht beseitigt werden, ohne die Struktur zu zerstören; sie sind in der Tat strukturell.«[16] Die Störung der reinen Formen erfolgt von innen heraus, Ungleichgewicht und strukturelle Verformbarkeit sind forminhärent und nicht Ergebnis einer äußeren Gewaltanwendung. Vertraute Formkontexte geraten durch endogen erzeugte Abweichungen in Unordnung: Türme etwa werden auf die Seite gelegt, Brücken dagegen zu Türmen aufgesteilt, die Trennung von Innen- und Außenbereich wird durch Spaltung, Faltung und Verdrehung architektonischer Elemente aufgehoben. Dennoch stürzt die Struktur nicht zusammen, sie verwirrt und verunsichert zwar, bleibt aber solide und funktional: die dekonstruktive Verformung und Öffnung der reinen Formen sorgt »für eine dynamische Komplexität örtlicher Beziehungen, die sich besser mit der funktionalen Komplexität deckt« als bei den Modernisten. »An die Stelle der Form, die der Funktion folgt, tritt die Funktion, die der Deformation folgt.«[17] Dekonstruktionistische Architektur bedeutet nicht, daß hier wissenschaftliche Chaos-Konzepte als »Chaos-Architektur« materialisiert würden, verweist aber auf ein gegenwärtiges Interesse an ungleichgewichtigen (inhärent gestörten) Strukturen, dynamischer Komplexität und struktureller Selbstbezüglichkeit (Wigley: »Die Form verzerrt sich selbst«), das diese Architekten mit den Theoretikern des Chaos teilen.

Nun ist es für unsere Zwecke nicht notwendig, eine umfassende Bewertung hinsichtlich der legitimatorischen Seriosität auch expliziter postmoderner Anknüpfungen an chaostheoretische Modelle vorzunehmen. Diese mögen auf schlüpfrigem Untergrund erfolgen; daß sie überhaupt stattfinden und *in ihrem Bezugssystem* auf einige Akzeptanz treffen, das sollte gezeigt werden. Jedes Bezugssystem folgt seinen eigenen Semantisierungsregeln; entsprechend wandeln importierte Begriffe ihren konzeptionellen Sinn, und

»transversale Übergänge« sind allenfalls über Analogie- und Metaphernbildungen möglich. Allzu oft bleibt genau dies freilich unbeachtet, was zu überstürzten Gleichsetzungen führt. Gegenüber *diesen* modischen Begriffsklitterungen ist zu betonen, daß ein Verweis auf wissenschaftliche Erkenntnisse zum Zwecke der *Legitimation* wissenschaftsexterner Innovationen immer nur einen sehr eingeschränkten Wert haben kann. Diese Warnung betrifft jeden lockeren Gebrauch von mathematisch-physikalischen Begriffen wie »Masse«, »Dimension«, »Vakuum« und eben auch »Chaos«. Allein schon, wenn in den Medien oder in der populärwissenschaftlichen Literatur derartige wissenschaftliche Termini benutzt werden, ohne daß auf die gebrauchsspezifischen Unterschiede zum Alltagsverständnis explizit hingewiesen wird, kann es zu Mystifikationen – und dann auch zu leichtfertigen legitimatorischen Verwendungen – kommen; hält man beispielsweise an der normalsprachlichen Bedeutung des Wortes »Vakuum« im Sinne von »absolut leerer Raum« (= »Nichts«) fest, dann muß es schlechthin mysteriös anmuten, wenn Physiker von einem »fluktuierenden Vakuum« sprechen, in dem sich spontan Materie bilden kann. Nicht weniger geheimnisvoll oder paradox hört es sich dann an, wenn – wie bei Mandelbrot – von »gebrochenen (fraktalen) Dimensionen« die Rede ist oder eben von »Ordnung im Chaos«.

Dessen eingedenk braucht man freilich nicht zu behaupten, daß die Berufung auf die Chaosforschung für Teile der neuen sozialen Bewegungen und der New-Age-Bewegung mehr als bloß den *Schein* einer wissenschaftlichen Legitimation ihrer hausgemachten Selbstorganisationsideen zu bewirken vermag, um doch verstehen zu können, wieso die Chaosforschung für diese sozialkulturellen Bewegungen überhaupt interessant werden konnte: sowohl für die Chaosforschung als auch für die genannten Bewegungen ist Chaos – im Sinne von »überkritischer Instabilität« – als »Funktion« von Komplexität und als Bedingung der Möglichkeit von Evolution bedeutsam; wie die Chaosforschung die Bildung von Ordnung aus Turbulenz beschreibt, um dadurch den »Gesetzen der Komplexität« (Gleick) auf die Spur zu kommen, so bauen die Bewegungen auf die ordnungsstiftende Kraft dezentraler Selbstorganisation, die sich »frei fluktuierenden« Prozessen offener und herrschaftsfreier Kommunikation verdankt und gerade dadurch den sozial und ökologisch destruktiven Tendenzen hierarchischer »Überorganisation« (in Form des herrschenden Bürokratismus und Industriesystems) zu begegnen trachtet. So viel – oder so wenig – Ähnlichkeit in den Ausgangslagen reicht offenbar aus, um wechselseitiges Interesse zu wecken und die Karriere des Chaos-Begriffs voranzutreiben.

Zu bedenken ist aber auch der utopisch-epistemologische Hintergrund, vor

dem der gesellschaftliche Diffusionsprozeß von Chaos-Vokabeln sich abspielt. Denn mag das »Bündnis« von Chaosforschung und gegenkultureller Bewegungsszene (sowie bestimmten postmodernen Positionen) auch ein weitgehend äußerliches und »taktisches« sein, mit noch so geringer epistemischer Kongruenz im Detail, so hat die eingeleitete selbstverstärkende Wechselwirkungsdynamik doch den guten Sinn, der legitimen Hoffnung Nahrung zu geben, über das Aufsuchen möglicher Analogien sowohl den Abgrund zwischen den »zwei Kulturen« als auch die Fremdheit zwischen dem vergesellschafteten Menschen und dem Reich der Natur zu verringern. Eine so motivierte Suche muß ja keineswegs in einen naturwissenschaftlichen Reduktionismus (nach dem Muster einer »Physik des Sozialen«) oder einen schlecht-postmodernen Eklektizismus (gemäß der Devise: »von allem etwas«) einmünden. Utopische Horizonte besitzen einen allemal ernstzunehmenden Eigenwert. Und recht betrachtet bemißt sich die »Wahrheit« (besser: die »Gültigkeit«) von *Weltbildern* nicht nach der (methodo-)logischen Korrektheit von Übertragungen und analogen Metaphernbildungen, sondern hängt umgekehrt die »Wahrheit« von Postulaten und Theorien – im Sinne ihrer sozialen Konsentierbarkeit – von der zumeist stillschweigenden Akzeptiertheit tiefliegender weltbildhafter Überzeugungen hinsichtlich der Struktur der Wirklichkeit als ganzer ab. Man kann bestimmte Ontologien und Epistemologien ablehnen, aber ganz ohne ontologische und erkenntnistheoretische Annahmen läßt sich kein theoretisches oder empirisches Verständnis der Welt – und der »Stellung des Menschen im Kosmos« – gewinnen. Bevor man also über den Wert chaostheoretischer »Transfusionen« in fremd- oder gar außerwissenschaftliche Bereiche befindet – jedenfalls dort, wo diese ein ernsthaftes Bemühen um Kompatibilität erkennen lassen –, sollte man neben der Prüfung auf begriffslogische Konsistenz und Transparenz immer *auch* eine Würdigung der weltbildhaften Rahmenbedingungen, unter denen die Übernahmen jeweils geschehen, versuchen. Eine darüber hinausgehende ideologiekritische (naturgemäß selbst standortgebundene) Diskussion jener Rahmenbedingungen ist damit selbstredend nicht ausgeschlossen, vielleicht sogar als das eigentlich gewinnbringende Geschäft zu betrachten.

Nicht zuletzt läßt sich von der »höheren« Warte einer »systemphilosophisch« fundierten »*Allgemeinen* Theorie dynamischer Systeme« her argumentieren, daß Systeme, die eine ungleichgewichtige Prozeßcharakteristik aufweisen, in der Tat in Natur und Gesellschaft allgegenwärtig sein dürften. Genau dies berechtigt dann zu der Annahme, daß mathematisch-physikalische Aussagen über *natürliche* dynamische Systeme nicht völlig unbrauchbar für die Analyse *sozialer* dynamischer Systeme sein können, daß zumin-

dest partiell isomorphe Strukturen existieren (mögen auch die Elemente und Strukturparameter je nach systemischer »Emergenzebene« verschieden sein). Andernfalls wäre die Konstruktion einer *generellen* Theorie derartiger Systeme ein vorab sinnloses Unterfangen. Auf der anderen Seite enthebt – wie schon betont – die Möglichkeit einer solchen allgemeinen Systematik natürlich nicht der Mühe, die jeweiligen Besonderheiten dynamischer Systeme unterschiedlicher Emergenzstufen zu untersuchen; und erst dabei kann sich zeigen, *wie weit* die Übertragbarkeit oder Generalisierbarkeit naturwissenschaftlicher Aussagen hinsichtlich historisch-sozialer Prozesse reicht und *wie viel* Geistes- und Sozialwissenschaftler bzw. Praktiker (Politiker, Manager, Therapeuten usw.) von der Selbstorganisations- und Chaosforschung tatsächlich profitieren können.
Dies gilt auch für die Verfechter einer »gegenkulturellen Erneuerung« der Gegenwartsgesellschaft und postmoderne Neo-Avantgardisten. Was dabei aus der Beobachterperspektive oft als »Neue Unübersichtlichkeit« erscheint, als chaotisches Durcheinander von Lebensformen und Eklektizismen, als Rücknahme von Ausdifferenzierungsgewinnen (als Vermischung von theoretischen, praktischen und ästhetischen Diskurselementen), das wird von den Proponenten und Aktiven zumeist umgekehrt als Zugewinn an Ordnung, an Komplexität oder doch an Innovationschancen zur Ausbildung neuer Ordnung betrachtet. Wie immer der fernere Karriereweg des Chaos-Begriffs sich hier gestalten mag, ideologiekritische Bedenken sind schon jetzt vorzubringen (a) gegenüber Vorstellungen, die ein *naiv-umstandsloses* Vertrauen in die »positive Kraft« von Chaos und Katastrophe suggerieren und dabei z. B. politische Machtkonstellationen unterschätzen bzw. die Reorganisationsfähigkeit institutioneller Strukturen überschätzen (das trifft vor allem auf »New Age« zu); sowie (b) gegenüber einer *trivialisierenden* Übertragung wissenschaftlicher Chaos-Modelle auf gesellschaftliche Verhältnisse oder ästhetische Konzepte.

Anmerkungen

1 J. Habermas: »Die Krise des Wohlfahrtsstaates und die Erschöpfung utopischer Energien«, in: *Die Neue Unübersichtlichkeit*, Frankfurt 1985, S. 147.
2 Vergleiche dazu R. P. Sieferle: *Die Krise der menschlichen Natur*, Frankfurt a. M. 1989.
3 Siehe die Gesamtdarstellung von G. Nicolis und I. Prigogine: *Die Erforschung des Komplexen*, München 1987.
4 Eine instruktive Analyse dieser Machtverschiebungen liefert M. Jänicke: *Staatsversagen – Die Ohnmacht der Politik in der Industriegesellschaft*, München 1986.

5 E. Laszlo: *Evolution – Die neue Synthese. Wege in die Zukunft,* Wien 1987.

6 Siehe etwa F. Capra: *Wendezeit – Bausteine für ein neues Weltbild,* Bern und München 1984; sowie M. Ferguson: *Die sanfte Verschwörung,* Basel 1982.

7 Unter dem Gesichtspunkt einer »Wiederverzauberung der Welt« (M. Berman) berufen sich weite New-Age-Kreise auch auf andere wissenschaftliche Konzepte – Chews »Bootstrap«-Modell, Bohms »implizite Ordnung«, Pribrams Idee eines »holographischen Gehirns«, Sheldrakes »Morphogenese«-Theorie sowie humanistische und transpersonale Psychologen (Maslow, Wilber, Tart) –, die ihrerseits häufig auf Selbstorganisations- und Chaos-Konzepte zurückgreifen. Angelpunkt ist stets die »holistisch« motivierte Kritik an der analytisch-fragmentierenden Verfahrensweise der neuzeitlichen Wissenschaft.

8 W. Welsch: *Unsere postmoderne Moderne,* Weinheim 1987.

9 Ebenda, S. 11.

10 Ebenda, S. 77.

11 Ebenda, S. 33.

12 Ebenda, S. 77 f.

13 B. Klähn: »In den Orbitalen der Selbstreferenz«, in: *Schreibheft* 31, 1988, S. 19.

14 J. Nieraad: »Du sollst nicht deuten – Neo-Avantgarde, Dekonstruktivismus und Interpretation im Rückblick«, in: *Poetica,* Bd. 20, 1988, S. 146.

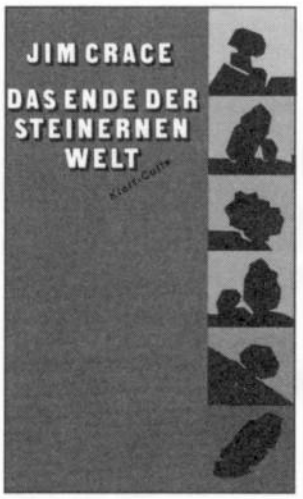
15 J. Gleick: *Chaos,* München 1988, S. 174.

16 M. Wigley: Einführung in P. Johnson und M. Wigley (Hg.), *Dekonstruktionistische Architektur,* Stuttgart 1988, S. 11.

17 Ebenda, S. 19.

Wie das Erzählen erfunden wurde.

Neuerscheinungen im Herbst '89. Eine Auswahl.

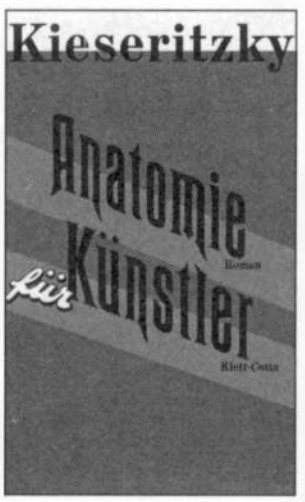


165 Seiten, Linson,
28,- DM/öS 218,-

»Der Roman handelt davon, wie Menschen durch ihre Arbeit bestimmt werden, er handelt vom Künstler und seiner Rolle als göttlichem Lügner, er handelt von Phantasie, Gleichmut, Entbehrung.«
Publishers Weekley

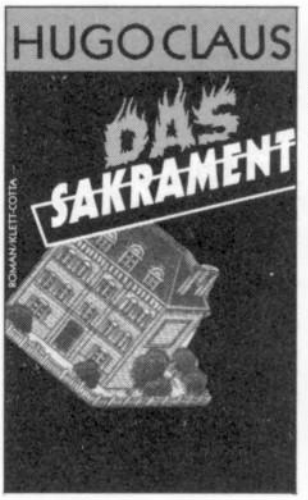
275 Seiten, Linson,
36, DM/öS 218,-

Kepler war der erste deutsche Science-Fiction-Autor. Seine Mondfahrer scheinen aus dem Dreißigjährigen Krieg in eine aufgeklärte Zukunft zu entkommen. Aber der Traum führt nicht in einen rosigen Nebel, und dieser Roman, in dem er weitergeträumt wird, spielt 1930, in dem Jahr, als die Nazis einen großen Wahlsieg erringen und der Privatdozent Seidenschwarz, der eine Gedenkrede zu Keplers 300. Todestag schreibt, aus der Wirklichkeit abstürzt.



234 Seiten, Linson,
36,- DM/öS 280,-

Dies sind die Aufzeichnungen Max Maruns, der in einer Privatklinik sitzt. Aus den Stichworten zu seiner Biographie entsteht der personen- und handlungsreiche Roman einer mörderischen Karriere. Oder anders:
Ein Buch über den »Mord als eine schöne Kunst betrachtet«.
Ein Comic-Strip der Anschläge, zusammengehalten durch den Sprachwitz, die philosophische Kombinationslust und sarkastische Präsenz ihres Autors.



139 Seiten, Linson,
28,- DM/öS 218,-

Eine Familienfeier im Flämischen, reihum erzählt aus der Sicht der Beteiligten. Als der Tag sich neigt, ist man unversehens in eine kleinbürgerliche Orgie hineingeraten, die in einem Drama endet.

212 Seiten, engl. brosch.,
42,- DM/öS 327,-

Klett-Cotta
Postfach 10 60 16, 7000 Stuttgart 10

Peter Kammerer
Compromesso caotico

Nach den jahrelangen Versuchen, Italien in einfache Schemata zu bringen (Nord-Süd, Kommunisten-Faschisten, Volk-herrschende Klassen, Reformwille-Korruption) hat sich die Freude am Komplexen durchgesetzt, die Lust an der Vielfalt, an der unvorhergesehenen Wendung, am Paradox. Nichts ist das, was es zu sein vorgibt; alles ist das Gegenteil vom Gegenteil; die Nicht-Methode hat Methode; die Planlosigkeit ist geplant ... Diese Schlagworte signalisieren keine einfachen Dualismen, sondern ein ganzes Schachtelsystem von Widersprüchen, in das einzudringen und das zu erklären nicht nur Spaß macht, sondern auch unerläßlich zu sein scheint für die Kenntnis des heutigen Italien. Noch vor wenigen Jahren hätte man diese Formeln als feudale Überreste bezeichnet, als folkloristische Verkleidungen, denen das moderne Italien langsam entwächst. Aber seit 1976 mußte man lernen umzudenken. Für mich war das entscheidende Indiz die verklausulierte Formel, mit der die Kommunisten, Träger einer bestimmten Sprache, Rationalität und Richtung der Modernisierung, ihren Übergang von der Opposition in die Regierungsmehrheit signalisierten. Die wohl unter der Moroschen Hegemonie gefundene Bezeichnung für die erste Etappe lautete »opposizione a un governo di non sfiducia«: Opposition gegen eine Regierung, der man auf keinen Fall das Mißtrauen aussprechen wird. Seitdem hat die Verschachtelung der Formen und der Machtverhältnisse sowohl in der Politik als auch in der Hochfinanz enorme Fortschritte gemacht. Der Beweis, daß ständig komplizierter werdende Systeme unter Umständen lebensfähiger sind als die sich vereinfachenden, ist der originelle Beitrag Italiens zur Moderne.

Und doch kann ich sie einfach nicht mehr ertragen: die Reden über die italienischen Verhältnisse, die Stilisierung der Durchwurstelei als Modell, die kenntnisreiche Intimität mit dem »Chaos«, die Klagen über Mord und Totschlag, den triumphierenden Blick, weil doch alles immer wieder funktioniert, die Selbstbeweihräucherung, weil das Land laut statistischer Kabbala die fünfte Industrienation noch vor Großbritannien geworden sei. In den letzten Wochen hat man mir von der Straße weg, unter meinen Fen-

stern, auf die alte Art den nagelneuen Golf geklaut und im Hof das Fahrrad. Vor einer Woche verstummte das Telefon, urplötzlich und ohne daß die SIP auf meine Proteste hin mehr verlauten ließ als ein »vedremo«. Jedes dieser Ereignisse hat ein Drumherum von Geschichten, die ein bezeichnendes Licht werfen könnten auf das italienische Chaos, das keines ist, wenn man die Spielregeln kennt, und doch eines ist, wenn es einen erwischt. Aber man kann diese Geschichten nicht mehr erzählen, seit Eco 1964 die Story seines verlorenen Führerscheins ausmalte, Chotjewitz 1968 seine »Auskunft über einen alltäglichen Vorgang« schrieb und Enzensberger 1983 mit seinen brillanten italienischen »Ausschweifungen« einen Maßstab setzte für die phänomenologische Beschreibung der italienischen Widersprüche.

Was gäbe es noch zu sagen zu den häufigen Regierungskrisen, die ja unmöglich welche sein können, wenn man an die nun fast 40jährige kontinuierliche Regierungspräsenz eines Andreotti denkt. Es sind in der Tat keine Krisen im Sinne einer dramatischen Entscheidung zwischen Alternativen, sondern genau das Gegenteil davon: Ruhepausen, in denen dieselben Parteien und dieselben Leute in regelmäßigen Abständen und möglichst im Frühjahr (23 der 43 Krisen nach 1949 fallen in die Monate Mai bis Juli) die Macht anders schultern, um den alten Weg wieder aufnehmen zu können. Es handelt sich um eine oft nur minimale Umverteilung der Gewichte, um eine Feinabstimmung, die die Machtträger stabilisiert und flexibel hält, der Opposition aber eine Bewegung suggeriert, die sie ins Leere stürmen läßt. Eine regelrechte Abseitsfalle, die nicht nur in den heißen Jahren die Massen in ein vorgetäuschtes Nichts laufen ließ, sondern auch heute noch einen klugen Kopf wie Bruno Trentin nasführt, der am 1. Mai erklärte, der Sturz der Regierung De Mita sei ein großer Erfolg, und der (wie wir alle) im August mit der Regierung Andreotti vom Regen in die Traufe kam. Es ist derzeit Mode, Andreotti wegen seiner Gauner- und Seiltricks zu bewundern und die reingefallene Opposition auszulachen. Aber mich kommt die Wut an. Ich habe nicht die Unbekümmertheit eines Kissinger, der einschlief, als ihm Moro die Feinheiten der italienischen Politik erklären wollte. Die beiden verstanden sich nicht. Kissinger zog keinen Genuß aus den weitschweifigen byzantinischen Anspielungen des »Meisters des Immobilismus« (Moro war wie ein Rennradler, der nur Gleichgewichtsübungen im Stand vorführt), und auf den stets indirekten Moro wirkte eine einzige direkte Äußerung seines Gegenübers wie eine Bombe, so daß er eine Nacht nicht schlafen konnte – was dann später die Legende nährte, Kissinger sei der Auftraggeber des Moromords.

Das ist für mich Chaos, wenn man sich im Zeichensystem verheddert, wenn Moro einen Klartext als mafiose Anspielung interpretiert und die semanti-

schen Ebenen verwechselt, wenn die Aufklärer Legenden bilden und die professionellen Spurenfälscher den eigenen falschen Spuren folgen. Bei den italienischen Christdemokraten muß dieser Zustand der Verwirrung inzwischen erreicht sein, zumindest laut »Cuore«, der satirischen Beilage zur *Unità* vom 4. September 1989, die ein fingiertes Tagebuch des wirklich ermordeten Ligato veröffentlichte: »Bekam das Dossier von Giulio (Andreotti) über Arnaldo (Forlani) und das von Ciriaco (De Mita) über Giulio in die Hände. Das erste ist authentisch, aber so abgefaßt, daß, wer an eine Fälschung glaubt, getäuscht wird. Das zweite ist eine Fälschung, um den Leser der wahren Version in die Irre zu führen.«

Lodovico Ligato, Christdemokrat aus Reggio Calabria, der Korruption angeklagter Expräsident der Italienischen Staatsbahn, wurde am 27. August 1989 in seiner Villa in Reggio Calabria ermordet. Ein kleines politisches Erdbeben, dessen Wirkung am 6. September bereits überschattet war von einem noch größeren Skandal: Über eine Zweigstelle in den USA hat das staatlich kontrollierte, größte italienische Kreditinstitut, die Banca Nazionale del Lavoro, dem Irak »Kriegskredite« bewilligt. Man kann die Geschichten gar nicht so schnell erzählen, wie sie passieren. Und bei diesem Tempo bekommen dann alle Geschichten, Erklärungen und Klagen etwas Beliebiges und Irreales. Im Grunde könnte alles ebensogut auch so sein: Die Mafia gewährte dem Irak Kriegskredite, der Präsident der BNL wurde ermordet, Ligato taucht aus der Versenkung auf und wird der Nachfolger.

»Der Mord an Ligato zeigt, daß die Kultur der Mafia frei wie die Luft durch die Politik streicht«, schreibt Giorgio Bocca in der *Repubblica* (31. 8. 89). Der angesprochene Andreotti antwortet ihm auf diesen Vorwurf unbeirrt und höflich. (Das ist seine Masche, die Formen hat er immer beachtet; auch als Pasolini die Christdemokraten Verbrecher nannte, schrieb er freundlich zurück.) Bei soviel Unverfrorenheit bleibt dem Moralisten Bocca am 3. September nur noch »la voglia di prendere un treno per Chiasso«. In die Schweiz emigrieren? In Chiasso und Lugano würde Bocca die ganze italienische Unter- und Oberwelt wiedertreffen, die besten Kunden der Schweizer Banken. Am 7. September klagt dann im *Corriere della Sera* Enzo Biagi, der konkurrierende Starjournalist, und zählt Punkt für Punkt die brutalen Ungereimtheiten Italiens auf: Krise des Steuersystems, der Justiz, des Verkehrssystems, des Erziehungssystems, der Verwaltung etc. In der *Unità* vom 10. September liefert schließlich der Regisseur Ettore Scola einen noch vollständigeren Katalog und fordert (die einzige Zeitung, die noch »fordert«) nichts Geringeres als eine »neue Kultur der Veränderung«. Mal eben so, wie ein Spaziergänger sich eine Nelke ins Knopfloch steckt. Jeder kann

bei diesem Spiel der »denuncia«, des erbarmungslosen Aufzeigens der nationalen Übel mitmachen, der gebrannte Tourist, der schlaue Intellektuelle und auch der Oberste Rechnungshof, der Anfang August erklärt hatte: »Reine Inkompetenz beherrscht den Staatsapparat.« Neuheiten wie der um sich greifende Rassismus dienen der Verlängerung der Litanei ins Endlose. Moderner geht es nicht: Teilnehmerzahl unbegrenzt, Horizont zeitlos, Dauer endlos.
Was hier betrieben wird, ist eine Vernichtung der historischen Dimension. Das macht das Spiel absolut folgenlos und erzeugt unter den Spielern eine Art schwereloser Zufriedenheit. Und sie haben ja auch Grund dazu. Denn die große Entdeckung der achtziger Jahre war: »es funktioniert ja doch und sogar viel besser, als wenn alles in Ordnung wäre«. Nach der Grabesstimmung Ende der siebziger Jahre und nach der ständigen besorgten Frage »Wird Italien je aus seiner Krise herausfinden?« wirkte diese Erkenntnis ungeheuer befreiend. Bocca hatte die Jahre nach '68 ein »Besäufnis« genannt. Aber wie soll man die Euphorie bezeichnen, die durch das neue Wirtschaftswunder ausgelöst wurde? Wer jemals eine Ordnungsvorstellung hatte, ein Projekt, die Idee einer konstruktiven Gestaltung von Gesellschaft, war ein Narr. Er schwieg oder bereute. Der »pentitismo«, die reumütige Rückkehr, ist das große kulturelle Ereignis der achtziger Jahre.
Noch vor wenig mehr als einem Jahrzehnt galt Italien als das Laboratorium einer neuen sozialistischen Gesellschaft. Jetzt ist es ein Laboratorium der Postmoderne. Italien ist für alles gut, in dieser Küche läßt sich anscheinend alles kochen.

Das Geheimnis dieser vielseitigen Verwendungsfähigkeit und Flexibilität hat Enzensberger 1983 in seiner Italien-Reportage (in: *Ach Europa!*, 1987) genau beschrieben. Es sind die Restbestände! Die Vergangenheit hat in Italien riesige Restbestände abgelagert: prämoderne Verhaltensweisen, Organisationsmodelle, Fähigkeiten, Erfahrungen. Mit ihrer Hilfe finden sich die Italiener in den Krisen, die auf Europa zukommen (der Souveränität, der Regierbarkeit, der Planbarkeit, der Arbeit und der Gerechtigkeit) besser zurecht als andere Völker. Das Neben-, Mit- und Durcheinander von alt und neu eröffnet eine Vielfalt produktiver Kombinationen, erzeugt aber auch neue, monströse Symbiosen, unmenschliche Ungeheuerlichkeiten, die man nur dank einer extremen Höflichkeit Schattenseiten nennen kann.
Enzensberger »gioca al ribasso«, d. h. er setzt auf Baisse und erwartet sich nicht viel vom italienischen Modell. Es liefert in keinerlei Hinsicht einen Beitrag zur Lösung der Probleme, sondern zeigt höchstens, wie man anscheinend auch ohne Souveränität, ohne Regierbarkeit, ohne Planbarkeit,

ohne Arbeit und ohne Gerechtigkeit überleben kann. Er selbst sagt dazu »Nein danke«. Und die Italiener? Sie »haben sich nicht aus freien Stücken für die Gesellschaft entschieden, in der sie leben. Sie mußten sich, im Guten und im Bösen, durchschlagen, so gut es eben ging. Sie wurden nicht gefragt« (S. 116). Pessimistischer geht es nicht mehr. Wohin sind die Millionen von Menschen verschwunden, die in den vergangenen Jahrzehnten den Mund aufmachten, auch wenn sie nicht gefragt waren, und die diese Gesellschaft und ihre Entwicklung nicht als Schicksal akzeptierten? Hat der von Pasolini so genannte Genozid solche Ausmaße angenommen?
Die Freundlichkeit, mit der Enzensberger die Italiener aus der Verantwortung in ihr Chaos entläßt, trifft genau die Stimmung der achtziger Jahre: die Zerstörung der historischen Dimensionen, d. h. die Eliminierung der Frage, was könnte anders sein; die Deregulation der Gewissen und die Einsicht, es bleibe nichts anderes, als sich bestens einzurichten. Überleben ist alles. Das ist die Quintessenz der Andreottischen Politik.
In gewisser Hinsicht hätte Enzensberger ruhig auf Hausse setzen können. Nach 1983 explodierte ein Wirtschaftswunder, das das beschriebene Paradox noch schärfer hervortreten ließ und die »Italienische Ideologie« zum Dogma machte. Aber da kann doch etwas nicht stimmen! In dem triumphierenden »Es funktioniert ja doch und besser, als wenn alles in Ordnung wäre« steckt ja mehr als der Refrain »Denn für dieses Leben, ist der Mensch nicht schlau genug«. Und es ist auch nicht so, daß die großen brutalen und disziplinierenden Ordnungsprinzipien erfolgreich unterwuchert und unterlaufen worden wären. Als ob der europäische Zusammenschluß und der Weltmarkt ihre Disziplinierung nicht geltend machen würden. Als ob die Mächtigen des Landes ihre Vorstellung von Ordnung nicht durchsetzen würden (im Oktober begann ein Prozeß gegen das Spitzenmanagement von FIAT wegen seiner Strategie gesetzwidriger Drangsalierung und Erpressung von Beschäftigten; die soziale und kulturelle Deklassierung der FIAT-Arbeiter nach 1980 kann man in der Untersuchung von Gad Lerner nachlesen.) Der ganze italienische Tumult, so scheint mir, wird interpretierbarer, wenn man das riesige und unheimliche Skelett der Ordnung sieht, das sich unter der Decke des Schlamassels streckt und verändert.

Das Kostüm der italienischen Gesellschaft zeigte einen besonderen Faltenwurf. Gramsci hat wie kein anderer seine Formen studiert. In den Notizen zum »Amerikanismus und Fordismus« (1934) geht es ihm um die Reaktionen des alten Europa auf die Einführung der modernen, amerikanischen Produktionsmethoden und um die besonderen Überzeugungs- und Zwangsmaßnahmen, die diese Einführung ermöglichen. Im Widerstand

verknöcherter und versteinerter Formen der Tradition (soziale Schichten, Lebensweisen, Denkweisen) sieht er das »Bleigewicht der Geschichte«, den Grund für die Stagnation in den alten Hochkulturen Chinas, Indiens und des Mittelmeerraums. Die Einführung neuer Produktionsmethoden stößt dort auf einen »alten Menschen«, den man ja in Italien bis heute noch mit bloßem Auge erkennt: bestimmte Kleriker, Intellektuelle, Beamte, Militärs, Spekulanten, Handwerker, Bauern, aber auch Subproletarier, Bettler, Diebe, Herumstreicher, Eckensteher. Dieses alte Personal der »commedia umana« wird durch die Einführung neuer Produktionsmethoden wegrationalisiert, während die normierende Kraft industrieller Technologien Menschen mit neuen psycho-physischen Standards hervorbringt.

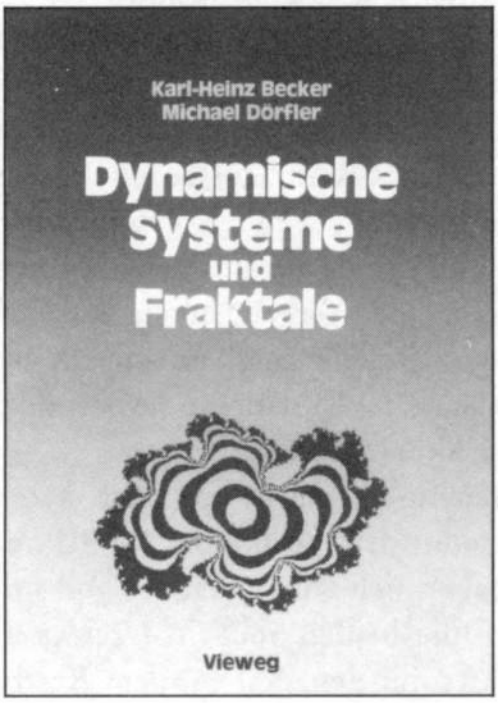
Dieser von Gramsci in den dreißiger Jahren skizzierte Prozeß erfaßte Italien erst mit der Welle des großen Wirtschaftswunders der fünfziger Jahre. Mit welchem Tempo Wohnungen, Städte, Köpfe und Körper umkostümiert wurden, wissen wir alle. In Deutschland ging das widerstandslos, denn die nationalsozialistische Formierung der Gesellschaft und der Menschen und die Bombenteppiche, die die winkligen Städte wegradierten, hatten dieser Zukunft eine Bresche geschlagen. In Italien aber stieß dieser Prozeß rascher als anderswo auf seine Grenzen. Die wichtigste war der Mensch, was die These von dessen Rolle als Störfaktor bei wirtschaftlichen und technischen Abläufen glänzend bestätigt. Das alte Personal spielte nicht mit, spielte falsch, ließ sich nicht wegdrängen, schlüpfte mit den alten Gesten in neue Kleider; das neue Personal stellte seinerseits die »psycho-physischen Standards« in Frage und kam mit eigenen Texten und Vorstellungen. In dieser Periode erbitterter materieller Kämpfe, kritischer Debatten und hochherziger Hoffnungen schien die Geschichte machbar zu sein. Das großartige Spektakel der sechziger Jahre, im damals noch geordneten Deutschland als bloßes Chaos verschrien, wird ein Ruhmesblatt der italienischen Kultur bleiben, trotz der Naivitäten – von denen auch seine Kritiker nicht frei waren. Am Ende dieser Jahre steht der Pessimismus Pasolinis, seine Feststellung, daß sich die Körper und Rollen irreversibel verändert haben.

Pasolini und mit ihm ein großer Teil der linken Kultur nährten die Vorstellung von einer relativ linearen kapitalistischen Entwicklung, die die alten Formen hinter sich läßt und aus der Vergangenheit tabula rasa macht. Die handwerklichen Traditionen weichen der Massenproduktion, die kleinen Einbrecher den Banken. Die besondere Rolle, die bestimmte Restbestände in einem Entwicklungsprozeß möglicherweise spielen können, nicht nur als Krücken und Puffer, sondern auch als Hinterland für Innovationen, wurde erst sehr spät erkannt, etwa seit der Mitte der siebziger Jahre, mit der Entdeckung der Schattenwirtschaft und der flexiblen Spezialisierung der

Produktion und mit der stürmischen Entwicklung von Mafia und Camorra. Das neue Wirtschaftswunder bezieht aus Symbiosen und Mischungen von Hightech und Restbeständen seine Wettbewerbsfähigkeit und seine inneren Impulse. Heißt das aber, daß die Gesellschaft mit der Vergangenheit besser umgeht? Oder haben sich nur die Methoden des Raubbaus geändert? Welche irreversiblen Zerstörungen bringt es mit sich, wenn Korruption und Mißwirtschaft von einer ganzen Führungsschicht als die großen Ressourcen erklärt werden? Wie müßte eine Aneignung der Vergangenheit aussehen, die einem Pasolini gerecht wird, die die vielseitigen Fähigkeiten des Arbeitens, Denkens und Genießens, wie die italienische Geschichte sie besonders reich vor uns ausbreitet, wirklich in die Zukunft bringt?

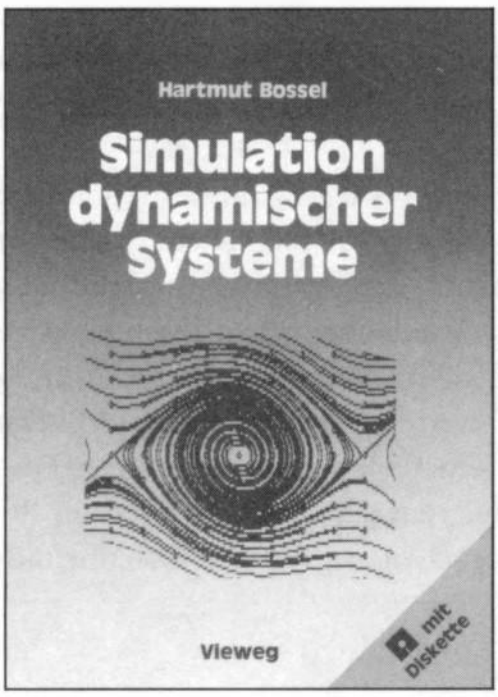
Ich kann diese Fragen nicht beantworten und erwarte mir auch keinen nützlichen Hinweis von meinen Dieben oder dem Techniker der SIP, der mein Telefon nicht repariert. Ihre Wege haben sich von denen des Volks der Ninetto und Totò getrennt, seit Pasolini die beiden 1966 in *Uccellacci e Uccellini* auf ihren langen Marsch schickte, mit dem Raben, dem Restbestand der marxistischen Ideologie, als Wegzehrung. Im durchlöcherten Eigentumsbegriff meiner Diebe und im Schlendrian der Beschäftigten der SIP ist kein Schimmer mehr einer anderen Moral zu erkennen, einer anderen Auffassung von Arbeit, nichts, was eine repressive Ordnung poröser machen würde. Im Gegenteil. Sie erscheinen mir als zuverlässige Stützen der Macht, Freunde der Freunde, Teil dieser Gesellschaft, die die Mikrokriminalität, die öffentliche Ineffizienz und die diffuse Illegalität staatlich fördert, um ihre Ordnung aufrecht zu erhalten. In diesem Sumpf des christdemokratischen Machtsystems, im Labyrinth fragmentierter, aber ineinandergreifender effizienter und ineffizienter Bereiche, hat sich auch die Arbeiterklasse mit ihren völlig anders gearteten Ordnungsvorstellungen verlaufen. Werden die Restbestände ihrer Kultur anderen als Wegzehrung dienen, und unter welchen Umständen werden sie in neue, produktive Mischungen eingehen?

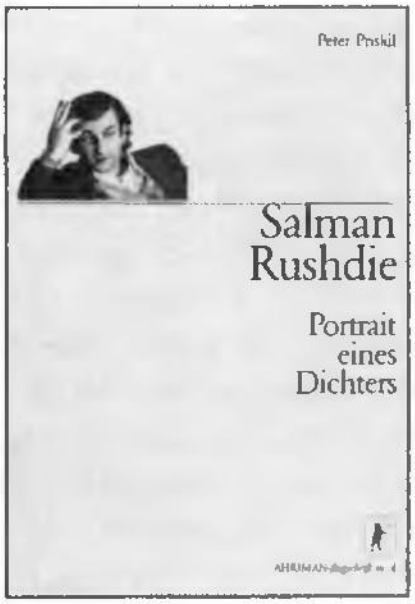
Eindeutige Vorstellungen von Zukunft – ein Frevel sowohl der Apologeten als auch der Kritiker des Kapitalismus – erübrigen die vielen Fragen, mit denen ich Gewißheiten unterhöhlen möchte, die, wären sie welche, mein Leben bedrohten. Auf der einen Seite die Vorstellung, dem Dschungel von Hightech, feudaler Differenzierung und Faustrecht gehöre die Zukunft; auf der anderen Seite die apokalyptische Vision eines irreversiblen Prozesses der Zerstörung nicht nur der Natur, sondern auch der Vergangenheit. Noch bleibt für mich Italien das Land der unbegrenzten Möglichkeiten, in dem die Vielfalt der Vergangenheit ein Versprechen ist für die Offenheit der Zukunft.



Karl-Heinz Becker und Michael Dörfler
Dynamische Systeme und Fraktale
Computergraphische Experimente mit Pascal.
3., bearb. Auflage 1989. 400 S. Kart.
DM 49,50

Hartmut Bossel
Simulation dynamischer Systeme
Grundwissen, Methoden, Programme.
1989. 314 S. mit einer 5 1/4"-Diskette für IBM PC und Kompatible. Geb. DM 78,–





96 Seiten
DM 10,–
ISBN 3-922774-28-8

240 Seiten
28 Schaubilder
DM 19,50
ISBN 3-922774-07-5

Außerdem neu erschienen: Heft 17 unserer Zeitschrift **KETZERBRIEFE – Flaschenpost für unangepaßte Gedanken – außerdem stets mit den neuesten § 166-Prozeßberichten** mit dem Titelartikel: **Der Fall Dr. Theissen – Modell Deutschland – nicht Störfall Bayern** ◇ Heft 18 der **KETZERBRIEFE** mit dem Titelartikel: **Beiträge aus China – Unsere Augenzeugen berichten vom Tiananmen-Platz** ◇ das neue Heft unserer Zeitschrift für klassische Psychoanalyse **System ubw** ◇Wir schicken Ihnen gerne unseren Gesamtkatalog.

AHRIMAN-Verlag
Postfach 6569 D-7800 Freiburg

Herbert Jaeger
Komplexe Systeme
Eine Schule der Bescheidenheit

In jüngerer Zeit wurde bei der Erforschung komplexer Systeme eine Vielzahl schöner und überraschender Ergebnisse erzielt. Unter dem Schlagwort »Chaostheorie« ist ein kleiner Teil davon einem breiteren Publikum bekanntgeworden. Bei allem bislang erarbeiteten Reichtum spüren viele Beteiligte, daß das eine noch aussteht: die Entdeckung des gemeinsamen Fluchtpunkts der vielen frisch vorwärtsgetriebenen Beschreibungslinien.
Komplexe Systeme lassen sich unter vielen ordnenden Gesichtspunkten untersuchen. Einer davon ist die Unvorhersehbarkeit ihrer Zukunft. Sie tritt in ganz ähnlichen Ausprägungen in zwei Typen komplexer Systeme auf, die in anderen Eigenschaften ganz verschieden sind. Ich möchte diese beiden Typen in den ersten beiden Abschnitten anhand der klassischen Beispiele der Turingmaschinen und der gravitationalen Mehrkörpersysteme erläutern. Sie gehören nicht nur bezüglich der verwendeten mathematischen Methoden Denkwelten an, die einander bislang kaum überlappen. Wenn man sie beide einheitlich verstünde, hätte man vielleicht das Licht schon ganz nah an jenen fieberhaft gesuchten Großen Schlüssel herangetragen. Der Erklärung dieser Dinge ist der letzte Abschnitt gewidmet.

Erster Abschnitt: Kopf

Turingmaschinen sind wohl die einfachsten Computer, die man (genauer: Alan M. Turing) bisher ersonnen hat. Sie können nur einige wenige so primitive Grundoperationen ausführen, daß sie für alle praktischen Anwendungen viel zu umständlich zu programmieren wären. Gleichwohl stehen sie in ihrer prinzipiellen Leistungsfähigkeit modernen Rechenmaschinen (und allen, die da noch kommen werden) in nichts nach. Deswegen finden sie vor allem in der theoretischen Informatik Verwendung, als abstraktes Computermodell, an dem sich grundlegende Fragen über die Natur von Rechenprozessen klären lassen. Dabei hat man gewisse Aussagen beweisen (und überhaupt erst präzise formulieren!) können, die unser Unwissen über die Zukunft betreffen. Um diese Dinge verständlich zu machen, muß

ich zunächst kurz erläutern, wie eine Turingmaschine überhaupt aussieht.

Man kann sie sich als ein beiderseits unendlich langes Papierband vorstellen, das wie ein Film in lauter gleichartige Felder aufgeteilt ist. In jedem dieser Felder steht ein Buchstabe eines willkürlich gewählten Alphabets, z. B. unseres lateinischen. Diese Felder können von einem kombinierten Lese-Schreib-Kopf einzeln besucht und bearbeitet werden. Dieser Arbeitskopf wandert in einem festen Taktschritt von Feld zu Feld und kann dabei

(1) den Buchstaben des Feldes, über dem er gerade positioniert ist, lesen,

(2) diesen Buchstaben mit einem neuen überdrucken,

(3) und nach getaner Arbeit im nächsten Taktschritt ins Feld nach rechts oder ins Feld nach links gehen oder auch auf der Stelle verharren und dann mit seiner Arbeit wieder bei (1) beginnen.

Welchen Buchstaben der Kopf druckt und in welche Richtung er danach weitergeht, das hängt vom gerade gelesenen Buchstaben ab und von einem Schaltmechanismus im Arbeitskopf, der mit diesem Buchstaben gefüttert wird und daraus das weitere Vorgehen errechnet. Dieser Schaltmechanismus ist von Turingmaschine zu Turingmaschine verschieden. Seine Spezifizierung definiert gerade die verschiedenen Turingmaschinen. Er kann ohne Schwierigkeiten so konstruiert werden, daß er nie ins Stocken gerät. Egal, was für ein Buchstabe gerade gelesen wurde und was vorher schon alles passiert ist, der Mechanismus weiß eindeutig weiter.

Bevor die Turingmaschine in Gang gesetzt wird, initialisieren wir zunächst alle Zellen des Bandes mit einem besonderen, dafür vorgesehenen Buchstaben, in unserem Beispiel etwa mit »X«. Nur in einen endlichen Bandabschnitt schreiben wir eventuell ausnahmsweise andere Buchstaben. Diesen Abschnitt nennen wir das *Anfangswort*. Nun setzen wir den Kopf auf den äußersten linken Buchstaben des Anfangsworts und lassen den in (1) bis (3) beschriebenen Dingen ihren Lauf ... Der Kopf wird auf dem Band mehr oder weniger regelmäßig hin- und herwandern, lesen und drucken und Gedrucktes wieder lesen und wieder überdrucken – und das Spiel wird in aller Ewigkeit nicht enden.

Nun stellen wir die neugierige Frage, wie denn unser unermüdliches Maschinchen nach, sagen wir, 10 000 Schritten aussieht. Oder nach 10 000 hoch 10 000 Schritten. Oder gar »nach n Schritten«, wie ein Mathematiker gleich verallgemeinert fragen würde. Wo steht zu einem beliebig vorgegebenen Zeitpunkt n der Zukunft der Kopf, und wo stehen welche Buchstaben auf dem Band? Obwohl wir den Schaltplan für den Kopfmechanismus selbst entworfen haben, und obwohl das Maschinchen völlig zuverlässig deterministisch davonschnurrte, stellen wir fest, daß wir bei der Antwort zunächst

passen müssen. Denn Schaltplan und Anfangswort bestimmen die Antwort zwar eindeutig, aber leider nur *implizit*. Unsere Neugier verlangt aber nach expliziter Auskunft. Es gibt nun zwei Möglichkeiten, diese explizite Antwort zu erarbeiten.

Die erste Möglichkeit ist die *explizite Auflösung*. Es kann nämlich gelingen, die im Schaltplan steckende Information so aufzubereiten, daß wir ein explizites Antwortschema für Fragen nach der Zukunft erhalten. Ein einfaches Beispiel für diesen Fall liegt vor, wenn wir bei der Analyse des Schaltplans etwa feststellen können: »Aha, der Kopf verhält sich ja eigentlich immer ganz simpel. Er druckt überhaupt immer nur ein und denselben Buchstaben, und zwar den, den er ganz zu Anfang als ersten zu lesen bekommen hat, und er bewegt sich bei jedem Schritt ein Feld nach rechts.« Diese »Wesensschau« führt uns zu folgendem expliziten Antwortschema: »Im n-ten Schritt steht der Kopf n Felder rechts vom Startfeld, dazwischen ist durchweg der erste Buchstabe des Anfangswortes gedruckt, und alle anderen Felder sind gegenüber der Anfangskonfiguration unverändert.« Mit diesem expliziten Schema können wir ohne Umschweife Antworten auf neugierige Fragen nach beliebigen zukünftigen Systemzuständen erteilen.

Die zweite Möglichkeit ist der *Schritt-für-Schritt-Nachvollzug*. Um den Zustand nach n Schritten zu erkunden, lassen wir die Turingmaschine einfach diese n Schritte laufen und beschreiben dann das Ergebnis. Offensichtlich hat die zweite Methode den Nachteil, daß wir für die Antwort umso länger brauchen, je ferner der erfragte Zustand in der Zukunft liegt.

Es wäre natürlich schön, wenn wir immer die erste Methode anwenden könnten. Doch das ist unmöglich. Denn erstens existieren Turingmaschinen, bei denen es keine explizite Auflösung im oben skizzierten Sinne gibt, daß man ein uniform für alle Anfangsworte anwendbares Antwortschema finden kann. Das ist die Lehre vieler Ergebnisse über sogenannte Unentscheidbarkeiten bei Turingmaschinen. Seit der Erfindung dieser Maschinen sind sie in großer Vielfalt bewiesen worden.

Zweitens gibt es sogar einzelne Maschinenläufe (d. h. Schaltmechanismus plus Anfangswort), die keinen Kurzschluß auf die Zukunft in einem etwas anderen Sinne erlauben. Hier richtet sich die neugierige Frage nicht nach vollständigen Systembeschreibungen zu jedem beliebigen Zeitpunkt, sondern danach, ob ein einzelnes bestimmtes Ereignis überhaupt irgendwann einmal in der Zukunft eintritt – z. B. ob irgendwann einmal ein »A« gedruckt wird. Es gibt nun Läufe und Ereignisse, bei denen man zeigen kann: wenn dieses Ereignis in der ganzen Zukunft *nicht* auftritt, dann läßt sich das nicht voraussehen. Etwas schlagwortartig auf unser Beispiel übertragen: Wenn das »A« nie gedruckt wird, können wir das nicht wissen.

Von mehreren großen Klassen von Turingmaschinen weiß man definitiv, daß sie keine explizite Auflösung gestatten. Besonders prominent sind darunter die sogenannten berechnungsuniversalen Turingmaschinen. In einem genau definierten Sinne können diese Maschinen jede beliebige Turingmaschine simulieren. Die Komplexitätsschwelle für Berechnungsuniversalität liegt erstaunlich niedrig. Beispielsweise ist eine Turingmaschine, wenn sie nur mit natürlichen Zahlen addieren und multiplizieren kann, schon berechnungsuniversal. Es gibt zwar strenggenommen genausoviele berechnungsuniversale Turingmaschinen wie solche, die das nicht sind – nämlich von beiden ebenso unendlich viele wie natürliche Zahlen. Meinem Gefühl nach gibt es aber dennoch mehr berechnungsuniversale als andere. Denn wenn man auf gut Glück einen einigermaßen umfangreichen Schaltmechanismus entwirft, dann wird der Zufall fast immer dafür sorgen, daß die wenigen Basisschaltelemente, deren Vorhandensein zur Berechnungsuniversalität schon ausreicht, auch vorhanden sind. Das Auflösbare ist die Ausnahme, das mit Fleiß und Disziplin auf das Ziel der Simplizität hin Entworfene; das Rätselhafte aber das überall am Wegrand Skizzierte.

Zweiter Abschnitt: Körper

Das gravitationale Mehrkörperproblem ist eine der klassischen Kopfnüsse für Physiker und Mathematiker. Eigentlich ist es eine ganz einfache Aufgabe. Gegeben sind zwei oder mehr Himmelskörper mit bekannten Massen, der Einfachheit zuliebe als punktförmig idealisiert, in einem ansonsten leeren Universum. Allein durch die Gravitationskraft mögen sich diese Körper gegenseitig beeinflussen – beschleunigen und abbremsen und einander dabei auf mehr oder weniger regelmäßig gekrümmten Bahnen umwandern. Nun legen wir an einem willkürlich »Null« genannten Zeitpunkt den Ort, die Geschwindigkeit und die momentane Bewegungsrichtung dieser Körper fest. Durch die Spezifikation dieser *Anfangsbedingungen* ist die Geschichte dieses Systems schon für alle Zukunft eindeutig festgelegt. Das Gravitationsgesetz ist wie ein absolut fehlerfreies Uhrwerk, das durch die Spezifikation der Anfangsbedingungen gestellt wird.
Das Gravitationsgesetz läßt sich in sogenannten Differentialgleichungen formalisiert hinschreiben. Auch die Anfangsbedingungen lassen sich in einigen mathematischen Formeln ausdrücken. Beide Formelmengen zusammen ergeben die vollständige Beschreibung eines Mehrkörpersystems.
Wenn wir nun ein solches idealisiertes Planetensystem aufs Papier gebannt haben, kommt wieder diese neugierige Frage: Wie sieht das Ganze nach

10 000 Jahren aus oder nach 10 000 hoch 10 000 oder zu einem beliebigen zukünftigen Zeitpunkt x?
Wiederum stocken wir mit der Antwort. Auch hier ist der einzige Systemzustand, der für Antworten schon gebrauchsfertig auf dem Papier steht, der Anfangszustand – wir haben ihn schließlich selbst dort hingeschrieben. Alle übrigen Systemzustände sind zwar fraglos exakt, aber leider wieder nur implizit in den Formeln verschlüsselt. Wie zuvor bei den Turingmaschinen gibt es – neben vielen raffinierten Verfahren mit jeweils speziellen Anwendungsvoraussetzungen – zwei Hauptmöglichkeiten, wie man an diese verborgene Antwort heranzukommen versuchen kann.
Die erste Möglichkeit ist wieder die explizite Auflösung. Es kann gelingen, die Differentialgleichungen so umzuformen, daß eine gebrauchsfertige Formel entsteht, ohne sogenannte differentielle Ausdrücke darin, wohl aber mit einem schlichten x, wofür man eine x-beliebige Jahreszahl einsetzen und die aktuellen Systemgrößen mit einigen Handgriffen aus der Grundschulmathematik beliebig genau errechnen kann.
Die zweite Methode ist wieder der Schritt-für-Schritt-Nachvollzug. Sie ist auch hier immer anwendbar, hat hier aber einen Haken. Um Schritt für Schritt die Entwicklung unseres idealisierten Planetensystems zu *konstruieren*, brauchen wir praktisch verwertbare Information, die uns konstruktiv voranbringt, kurz, wir brauchen Information über nichtverschwindende Veränderungen der Beschreibungsgrößen in nichtverschwindenden Zeitintervallen. Wir brauchen ein Schema der Art: »Wenn zum Zeitpunkt a die Größen von Ort, Geschwindigkeit und Richtung so und so lauten, dann errechnen sie sich zum Zeitpunkt a+1 sec nach dieser Konstruktion [hier folgt die genaue Konstruktionsvorschrift] so und so anders.« Mit einem solchen Schema können wir uns nun, ausgehend vom Nullzeitpunkt, von Zeitpunkt zu Zeitpunkt vorwärtshangeln. Schemata dieser Art lassen sich in beliebiger Vielfalt nach bekannten Rezepten aus den Differentialgleichungen ableiten. Eines haben sie alle gemeinsam: sie bestimmen den jeweils folgenden Systemzustand nur näherungsweise.
Darum muß der Schritt für Schritt berechnete Nachvollzug der Geschichte von der durch die Differentialgleichungen ja exakt festgelegten abweichen, am Anfang weniger, auf die Dauer immer mehr, bis an der Rekonstruktion schließlich gar nichts mehr stimmt. Die Fehler vermehren sich dabei, grob gesagt, wie eine ungebremste Kaninchenplage: sie steigern sich exponentiell. Die vielen möglichen Schemata unterscheiden sich zwar drastisch in ihrer Genauigkeit pro nachvollzogener Zeiteinheit. Man kann die Schrittlänge verkürzen, die Anzahl der Kommastellen erhöhen oder kompliziertere, genauere Konstruktionsvorschriften verwenden. Aber leider ist eine

höhere Genauigkeit erbarmungslos an einen höheren Rechenaufwand gefesselt, und die exponentielle Fehlerexplosion wird auch nur etwas aufgeschoben, aber nicht aufgehoben. Je nach dem Stand der Computerkunst führen diese Einschränkungen zur faktischen Unerreichbarkeit jeder nur hinreichend fernen Zukunft. Ja, es gibt sogar eine Grenze, die mit keiner Kunst dieser Welt überschritten werden kann. Denn die Schaltgeschwindigkeit von Computern ist durch einige physikalische Gegebenheiten jenseits aller technologischen Erfindbarkeiten prinzipiell begrenzt.

Unter anderem wegen dieses Fehlerwachstums muß der Kurs eines Raumschiffes ebenso immer wieder von neuem korrigiert berechnet werden wie das Wetter. Und über ein idealisiertes Billardspiel, dessen reibungsfrei durcheinander karambolierende Kugeln freilich viel komplizierteren Gleichungen genügen als denen der Gravitation, kann man sich auch mit Computern des Jahres 3000 nur einige Minuten im voraus Aufschluß verschaffen.

Mit diesen Malaisen ist man aber nicht geschlagen, wenn eine explizite Auflösung des Differentialgleichungssystems gelingt. Erfahrungsgemäß gelingt sie fast nie. Aber das kann ja daran liegen, daß die explizite Auflösung so schwierig ist. Ein Großteil der klassischen Infinitesimalrechnung war diesen Aufgaben gewidmet, und auch heute ist das noch ein fruchtbares Arbeitsgebiet. Vielleicht ist die Kunst nur noch nicht hinreichend weit entwickelt, um dem Praktiker genügend Hilfsmittel zu geben?

Unmöglichkeiten zu beweisen, ist meistens um Größenordnungen schwieriger, als Möglichkeiten festzustellen. Denn für letzteres braucht man nur ein einziges glücklich gefundenes Beispiel. Die Suche nach einem Unmöglichkeitsbeweis aber wächst sich gerne aus zur Entwicklung einer ganzen Metatheorie über das betreffende Gebiet. Nicht wenige Sternstunden der Mathematik sind mit Unmöglichkeitsbeweisen verknüpft. Für ein einheitliches Verständnis der Auflösbarkeit oder Nichtauflösbarkeit von Differentialgleichungen steht eine entsprechende epochale Markierung noch aus.

Im besonderen Falle gravitationaler Mehrkörpersysteme aber herrscht Klarheit. Nach vielen Dezennien, in denen das »Dreikörperproblem« Physiker und Mathematiker in Atem hielt, bewiesen Bruns und Poincaré um 1890, daß es für *drei oder mehr* Massepunkte im allgemeinen keine Auflösung »durch Quadratur«, d. h. in einem natürlichen Sinne keine explizite Auflösung gibt.

Drei oder mehr Körper verhalten sich in den allermeisten Fällen im strengen Sinne unberechenbar. Nur wenn die Anfangsbedingungen aufs genaueste austariert sind, können auch solche größeren Mehrkörpersysteme ausnahmsweise explizit vorausgesehen werden. Das ist beispielsweise der Fall,

wenn am Anfang drei gleichschwere Körper in wechselseitig identischen Abständen mit identischen Geschwindigkeiten auf einer Kreisbahn um einen gemeinsamen Mittelpunkt rotieren. Bei nicht so sorgsam auf eine dauerhafte Harmonie abgestimmten Anfangsbedingungen aber taumeln die Körper wie Betrunkene umeinander. Würden ihre Bahnen Lichtspuren hinterlassen, so würde sich mit der Zeit typischerweise ein wild verschlungenes Knäuel abzeichnen, aus dem einzelne unregelmäßige Schlingen heraushingen. Solche Bilder finden sich häufig als Illustration zum sogenannten deterministischen Chaos.
Wenn schon ein mathematisch und anschaulich so relativ einfaches System wie das dreier Massepunkte sich jedem expliziten Verständnis, jeder effektiven Kontrolle entzieht – wie soll man da noch Hoffnung hegen, aus der Spezifikation komplizierterer Systeme ein explizites Zukunftsorakel zu gewinnen? Tatsächlich wird diese generalisierte Unmöglichkeit auch heute allgemein als gültig angenommen, obwohl der allgemeine Beweis, wie gesagt, mangels Metatheorie bisher noch aussteht.
Bei den Turingmaschinen haben wir einen Blick auf eine zweite Art des Unwissens geworfen. Nicht nur ein allgemeines Antwortschema war uns da versagt, sondern nachweislich manchmal auch die Entscheidung über das Nichteintreffen eines bestimmten Ereignisses in einer einzeln spezifizierten Systementwicklung. So etwas gibt es vermutlich auch bei gravitationalen Mehrkörpersystemen und den Legionen anderer durch Differentialgleichungen beschriebener komplexer Systeme. So kann man zumindest mit den heute bekannten Mitteln zum Beispiel nicht entscheiden, ob im Laufe der Zukunft unseres Sonnensystems irgendwann einmal einer der Planeten durch irgendwelche sich aufschaukelnden Konstellationsfolgen von seinen Geschwistern so viel Energie zugeschossen bekommt, daß er sich auf Nimmerwiedersehen von uns (oder gar mit uns) entfernt.

Dritter Abschnitt: Kopf und Körper

Der Versuch einer Vereinheitlichung des bisher Vorgestellten wird nahegelegt durch auffällige Parallelen zwischen Läufen von Turingmaschinen und Entwicklungen von Mehrkörpersystemen, erschwert hingegen dadurch, daß Turingmaschinen und Mehrkörpersysteme disparaten Bereichen mathematischer Beschreibungskunst angehören, ja sogar über fachlich-mathematische Abgrenzungen hinaus disparaten Denk- und Handlungsweisen. Diese Kluft möchte ich zunächst verständlich machen.
Die Turingmaschinen habe ich als Verkörperung all jener komplexen Prozesse eingeführt, in denen voneinander säuberlich begrifflich getrennte und

als solche stabil bleibende *qualitative* Entitäten miteinander wechselwirken – zum Beispiel Buchstaben, Zellen eines Bandes, Zustände eines Schaltmechanismus, »bits« und logische Junktoren und umfangreiche Beschreibungen von Algorithmen, Spielsteine, Spielzüge ..., syntaktisch und semantisch funktionierende Entitäten aller Art, alles Vereinzelbare, auf das man zuverlässig mit Zeichen aller Art zugreifen kann. Darstellen kann man solche Prozesse durch Symbolfolgen. Die mathematischen Stammdisziplinen sind die Logik und die Theorie des »Computing«, die sog. Rekursionstheorie. Die hier einschlägigen Prozesse schreiten in einem diskreten Zeit*takt* voran, der nach einer praktisch ausrechenbaren Übergangsfunktion von einem wohldefinierten Zustand zum nächsten führt. Den hier wirkenden Denkmodus möchte ich den *propositionalen* nennen.
Die gravitationalen Mehrkörpersysteme dagegen exemplifizieren jene komplexen Prozesse, in denen *quantitative* Beschreibungsgrößen wie Masse, Ort, Geschwindigkeit, aber auch Bruttosozialprodukt oder Ängstlichkeit wenigstens im Modell sich immerfort, in jedem infinitesimalen Moment verändern. Dargestellt werden solche Prozesse oft durch gekrümmte Linien in geeigneten Koordinatensystemen. Stammdisziplinen sind die vielen Bezirke der Infinitesimalrechnung. Die hier betrachteten Prozesse sind durch einen stetigen Zeit*fluß* gekennzeichnet, der eine exakte Spezifizierung der Systemdynamik durch die Angabe von »infinitesimal kleinen« Veränderungen in dito Zeitabschnitten mit sich bringt. Den einschlägigen Denkmodus möchte ich den *analogischen* nennen.
Unter der Oberfläche dieser eher wissenschaftsimmanenten Bereichszuweisung liegt nach meinem Empfinden eine philosophisch oder gar psychologisch zu deutende Antithese.
Propositional ist unser begrifflich klares Denken, sind wohlgefügte Theorien, ist das ganze die Welt in Begriffe packende Ja-Ja-Nein-Nein unseres Intellekts. Analogisch ist unsere naive Auffassung von realen Bewegungen im Raum, unser primäres Erleben, unser stets aktuelles Empfinden von unserem Tun und Lassen. Propositional sind bewußte, aktive (Re)Konstruktionen im Reich der Ideen, analogisch das primordiale Erleiden der äußeren und inneren Wirklichkeit. Propositional ist, was wir schwarz auf weiß besitzen können, was wir als einmal richtig Begriffenes sicher aufbewahren und mit uns tragen können. Analogisch ist, was sich unserem Zugriff immer wieder entzieht. Das Propositionale ist die transportable Dauerkonserve, das Analogische der lebendige Bewußtseinsfluß, den nicht wir tragen, sondern der uns trägt. Propositional ist das noch zu Sagende, analogisch das Gesagte. Ich kann's, ach, auch nicht besser ausdrücken als Schiller: »*Spricht* die Seele, so spricht, ach!, schon *Seele* nicht mehr.« Allerdings

empfand der Dichter den Übergang zum Propositionalen als Degradierung; ich möchte ihn lieber als Metamorphose sehen.
So groß die Kluft nach dieser Darstellung auch scheinen mag, so einfach ist der Beweis, daß es eine Überbrückung gibt. In uns selbst nämlich wird dieser Hiatus weggezaubert mit jedem Wort, jedem Begriff, in dessen Gußform wir den Fluß unseres Lebens stückweise einfangen. Verstanden haben wir diese Metamorphose freilich bisher noch nicht. Immer wieder hat zumindest der abendländische Geist nur die beiden äußeren Pole dieses Verwandlungsprozesses einander gegenüberzustellen gewußt – Idealismus versus Realismus in allen Abwandlungen, Anwendungen und Wertungen.
Ich glaube, daß jene seit über 2000 Jahren klaffende Wunde in unserem Denken mit den Mitteln dieses Denkens geheilt werden kann.
Nun möchte ich die Parallelen zwischen dem ersten und dem zweiten Abschnitt noch einmal aufzeigen und ausbauen. In beiden Fällen haben wir durch exakte Definitionen gewisse Klassen von Prozessen spezifiziert – einerseits durch die Angabe eines Schaltmechanismus die Klasse aller Läufe einer bestimmten Turingmaschine, andererseits durch die Differentialgleichungssysteme alle gravitationalen Mehrkörpersysteme mit soundsovielen idealisierten Himmelskörpern vorgegebener Massen. Diese Klassendefinitionen bestimmen die Gesetzlichkeit, welche die zeitliche Dynamik der Systeme determiniert. Durch die Angabe einer Startkonfiguration – Anfangswort bzw. Anfangsbedingungen – wird aus einer solchen Klasse eine einzige Entwicklung ausgesondert. Fragen nach zukünftigen Systemzuständen lassen sich manchmal für eine ganze Klasse auf einen Schlag erledigen – wenn wir nämlich die Definition der jeweiligen dynamischen Gesetzmäßigkeit in ein explizites Antwortschema auflösen können, in welchem die jederzeit wirkende, die Dynamik generierende System*veränderung* (d. h. die schrittweise anzuwendende Übergangsfunktion bzw. die infinitesimalen Größen) nicht mehr vorkommt. Dieser Kurzschluß der Zeitlichkeit ist aber nach der Überzeugung fast aller Forscher nur in einfachsten Fällen möglich. Schon ab einer überraschend niedrigen Komplexitätsschwelle kann die Frage nach der Zukunft nur durch Traversierung der ganzen Geschichte im Schritt-für-Schritt-Nachvollzug beantwortet werden, im einen Fall exakt, im anderen mehr schlecht als recht. Für einzelne Entwicklungen von Systemen aus nicht explizit auflösbaren Klassen ist eine Vielzahl von Ereignissen zu vermuten, deren Nichteintreffen nicht vorausgesagt werden kann.
Schön und gut. Doch wir wollen ja nicht nur ad hoc in propositionalen und analogischen Prozessen mehr oder weniger genau übereinstimmende Figuren nachzeichnen, sondern wir wollen die zu erkennende Natur komplexer

Prozesse als Synthese aus dem Propositionalen und dem Analogischen aufzufassen lernen. Dazu möchte ich folgende zwei Thesen aufstellen:
Erstens: Die entscheidend interessante Sorte komplexer Prozesse sind *evolutionäre* Prozesse. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß zu ihrer Beschreibung im Laufe der Zeit immer neue Begriffe angemessen sind.
Zweitens: Evolutionäre Prozesse sind als *evolutionäre* Prozesse in erster Näherung propositional, als evolutionäre *Prozesse* analogisch zu beschreiben.
Zur ersten These. – Beispiele für evolutionäre Prozesse sind die Entwicklung des Universums seit dem Urknall, die Entwicklung des Lebens auf der Erde, die Ontogenese eines Lebewesens, die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Reden. Charakteristisch für evolutionäre Prozesse ist, daß sich im Laufe ihrer Entwicklung immer neue Systemeigenschaften (Subsysteme, Teilprozesse, Dinge, Entitäten ...) herausbilden, die zu erkennen die Einführung immer wieder neuer Begriffe bedeutet. Man versteht solche Prozesse nur adäquat, insofern man immer wieder feststellt: da hat sich schon wieder etwas gebildet, das ich neu benennen kann. Man könnte zwar vielleicht die Entwicklung des Lebens auf der Erde nur in biochemischen Ausdrücken nachzeichnen. Aber der resultierende Verzicht auf höhere Begriffe wie Lipidtröpfchen, Braunalge, Urfarn, Dinosaurier, Primat wäre der Verzicht auf das Verstehenwollen.
Zur zweiten These. – Zunächst zum Propositionalen. Wenn wir am Evolutionären die von Konrad Lorenz so genannten »Fulgurationen« immer neu zu entdeckender Systemeigenschaften für entscheidend halten, befinden wir uns schon im Stammterritorium des Propositionalen. Leider muß ich mir hier eine ausführlichere Schilderung der Art und Weise versagen, wie in der Rekursionstheorie, der Informatik, der Künstlichen Intelligenz aus einfachsten Teilprozessen, wie etwa dem Schreiben und Löschen von 0 und 1, Stufe um Stufe immer zusammengesetztere, mächtigere, flexiblere Prozesse entwickelt werden, wie man sich in einer Hierarchie immer »höherer« Programmiersprachen emporarbeitet, bis man schließlich zu (derzeit noch *sehr* unvollkommenen) Prozeßmodellen menschlichen Räsonnierens kommt – alles im Prinzip auf dem Substrat berechnungsuniversaler Turingmaschinen, ganz ähnlich wie das Leben auf dem Substrat biochemischer Prozesse gedacht werden kann. Hier muß der Hinweis genügen, daß das Konstruieren, das Zusammensetzen von Komplizierterem aus Einfacherem, oder wie ich es nennen will: die *qualitative Produktivität,* eine der Grundfiguren der propositionalen Mathematik ist.
Die Selektion innerhalb dieser Evolutionen wird allerdings gegenwärtig hauptsächlich »von Hand« vollzogen. Der Informatiker entscheidet, wel-

ches Konstrukt brauchbar ist und nicht wieder eliminiert wird. Es ist, vor allem unter dem Stichwort »maschinelles Lernen«, eine Hauptaufgabe der gegenwärtigen Forschung in der Künstlichen Intelligenz, solche Konstruktionsauswahlen zu automatisieren. Die Schwierigkeiten sind groß, aber nicht nur meiner Meinung nach im Prinzip überwindbar. Für das weitere schieße ich über den gegenwärtigen Forschungsstand etwas hinaus und setze voraus, daß propositional-konstruktive Evolutionen, die ihren Namen verdienen, automatisiert werden können.

Wenn man solche »Turing-Evolutionen« als Abbild wirklicher Evolutionen verwenden will, stößt man auf eine entscheidende Schwäche. Die Turingmaschine springt von Zustand zu Zustand, und die zugrundeliegende Übergangsfunktion ist eine Setzung des Programmierers, eine Programmanweisung. In der Realität aber entwickelt sich sowohl nach dem heutigen Weltbild der Physik (auch dem quantenmechanischen!) als auch nach unserem naiven Empfinden ein späterer Zustand kontinuierlich aus dem früheren. Zwischen beiden liegt eine ununterbrochene Kausalkette oder besser ein Kausalband, ein Wirkungsfluß. Dieser Fluß enthält oder schafft in gewissem Sinne in jedem nichtverschwindenden Zeitraum unendlich viel Information. Er kann nicht in eine endlich symbolisierbare Programmanweisung eingefangen werden. Anders ausgedrückt: die diskreten Sprünge der Simulation spiegeln nicht die realiter unablässig wirkenden Kausalrestriktionen, sondern sie spielen bestenfalls stroboskopisch-äußerlich aufblitzende Eindrücke nach. Sie springen gleichsam von Geburt zu Geburt, ohne Zeugung, Entwicklung und Gebären kennen zu können. Auf dieser Willkür, diesem Setzungscharakter, diesem Baustein-Spielprinzip beruht einerseits die Exaktheit propositionaler Schritt-für-Schritt-Entwicklungen. Wieder sagt es ein Klassiker schöner, als ich es vermag. Rilke: »Solang du Selbstgeworfnes fängst, ist alles / Geschicklichkeit und läßlicher Gewinn –«. Andererseits, so scheint mir, ergibt sich aus dieser Ignoranz des ununterbrochenen Wirkzusammenhanges zwingend, daß reale Entwicklungen sich immer anders verhalten werden als ihre diskret veranstalteten Beschreibungsversuche. Und diese Divergenz ist eine qualitative. Wo die reale Evolution aus Saurieren Menschen gemacht hat, würde diskrete Simulation irgendwelche kleinen grünen Männchen erzeugt haben. Wir sehen diese qualitative Blindheit von computergestützten Prognosen übrigens oft im alltäglichen Geschäft mit der Zukunft, auch wenn es uns durch unseren Überdruß an diesen Sachen gar nicht mehr bewußt wird, was hier für ein Widersinn verkauft wird. Wenn zum Beispiel Risikoberechnungen für Industrieanlagen regelmäßig die dann tatsächlich eintretenden Unfallmechanismen nicht in ihrem Kal-

kül hatten, dann ist das nichts anderes als eine Demonstration jener sachnotwendigen qualitativen Divergenz.
Nun zum Analogischen. Hier befinden wir uns im Zentrum des Prozeßbegriffs. Newtons Fluxions- und Leibnizens Infinitesimalkalkül waren deswegen so epochal, weil hier zum ersten Mal der stetige Fluß der Beschreibungsgrößen in exakter Determination beschrieben wurde. Bis in die allerjüngste Zeit, bis zum Aufbegehren des Komplexen in den Naturwissenschaften, waren diese Werkzeuge und die damit verbundene Denkweise für die Physik schlechthin kennzeichnend. Auch die Quantenmechanik macht da noch keine Ausnahme. Ermöglicht wird die Anwendbarkeit der Infinitesimalrechnung aber nur durch die Ausblendung alles Evolutionären. Jede Differentialgleichung spezifiziert die Wirkzusammenhänge von jeweils nur endlich vielen Beschreibungsgrößen, z. B. von Ort, Geschwindigkeit und Richtung. Über diese von vornherein abgeschlossene Begriffswelt selbst hinauswachsen kann sie auf keine Weise. Sie ist *qualitativ steril.* Das auch für die akademische Psychologie, die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften überaus folgenreiche Paradigma des naturwissenschaftlichen Experiments hat hier eine seiner Hauptwurzeln. Der Sinn eines »sauberen« Experiments besteht gerade darin, »Störgrößen« zu minimieren. In der stets qualitativ produktiven, d. h. evolvierenden Wirklichkeit werden im Experiment Inseln relativer qualitativer Sterilität geschaffen. Dies gelingt *nie* vollkommen. Das Komplexe als wissenschaftliches Thema ernstzunehmen heißt, jene Störgrößen als Wirklichkeitsaspekt zu begreifen, der mindestens ebenso fundamental ist wie das, was da gestört wird, und nicht nur als etwas tunlichst »Auszumittelndes«.
Die Stärke des analogischen Ansatzes liegt also darin, daß Wirklichkeitsausschnitte, die in ausreichender Näherung nicht evolvieren, realistisch beschrieben werden können. Die inneren gesetzlichen Restriktionen, welche den Fluß des Geschehens innerhalb jener Näherung determinieren, werden verstanden und vollständig formalisiert. Doch in dieser Anschmiegung an innerste Restriktionen der Wirklichkeit hat man merkwürdigerweise nicht die Möglichkeit, mit unseren sprunghaft raumgreifenden, propositionalen Gedankenschritten die reale Entwicklung treffend zu extrapolieren. Wie im zweiten Abschnitt dargetan, können wir mit keinem konstruktiven Verfahren aus Systemdynamik und Anfangsbedingungen den Verlauf des Systems in die weitere Zukunft voraussagen.
Zum Abschluß will ich andeuten, wie man jener Großen Vereinheitlichung vielleicht näherkommen könnte.
Zunächst sieht es so aus, als ob die Parallelen zwischen propositionalen und analogischen Prozessen durch eine Verwerfung gestört seien: der Schritt-

für-Schritt-Nachvollzug ist im einen Fall exakt, im anderen explodieren die Fehler. Jetzt erkennen wir die tiefere Symmetrie unter dieser oberflächlichen Unstimmigkeit. Im Propositionalen liegen sowohl die formale Systemspezifikation als auch die Schritt-für-Schritt-Extrapolation im von der Realität losgelösten Bereich des Geistigen – sie sind beide nicht »draußen«, sondern zuallererst in unserem Kopf gegeben. Die Divergenz zwischen realer Entwicklung und der künstlichen Extrapolation entspringt hier aus dem Schnitt zwischen Realität und formaler Systemspezifikation. Im Analogischen aber schmiegt sich die formale Systemspezifikation noch lückenlos an die Wirklichkeit an, sofern diese nicht evolviert. Der Schnitt liegt hier zwischen der Systemspezifikation und dem Versuch, daraus ein unseren Denkhandlungs-Möglichkeiten angemessenes Extrapolationsverfahren zu gewinnen. Der Unterschied zwischen propositionaler und analogischer Anschauung, der die Geistesgeschichte so überwältigt, entspringt nach dieser Sicht also der einfachen Wahl, ob man die mittlere der drei Ebenen

(1) physikalischer *Prozeß*
(2) prozeßdeterminierendes *Gesetz*
(3) geistiger *Prozeß*

an die erste oder letzte Ebene anschmiegt. Diese Wahl ist frei von jeglicher Wahrheitsbehauptung. Alle drei Ebenen gehören in dieselbe eine Wirklichkeit, und die Aufklärung ihrer verwickelten Beziehungen zueinander ist Sache der Formal- und Realwissenschaften, nicht der philosophischen Wahrheitssuche.

Ein vielleicht noch grundlegenderer, aber auch schwierigerer großer ordnender Gesichtspunkt ist die hierarchische Stufung von Beschreibungsebenen. Auch sie lernen wir gegenwärtig im Propositionalen wie im Analogischen in überraschenden Parallelen zu sehen. Evolutionäre Systeme lassen sich (stets?) auf mehreren aufeinander aufbauenden Ebenen beschreiben, z. B. der physikalischen, chemischen, biologischen etc. Einschlägig sind hier vor allem Fragen und Antworten unter dem Stichwort »Selbstorganisation und Rückkopplung« (etwa in den Disziplinen der Synergetik, Kybernetik, Thermodynamik, Evolutionstheorie, Entwicklungsbiologie, Entwicklungspsychologie) und unter dem Stichwort »Selbstähnlichkeit und ebenenunabhängige Beschreibungsorganisation« (z. B. Fraktale Geometrie, Renormalisierungsmethoden, Ising-Chains und Penrose-Tilings – was mag das wohl sein?! –, Vererbungshierarchien in Informatik, Künstlicher Intelligenz und Linguistik).

Diese Beschreibungsdimension betrifft die Komplexität eines Systems zu einem einzelnen Zeitpunkt. Sie steht gewissermaßen senkrecht zum Erfas-

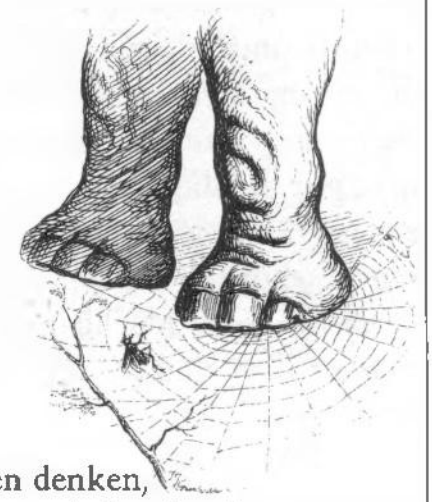
sen der Komplexität zeitlicher Abläufe. Beide Betrachtungsrichtungen sind aber in einer auffälligen Erfahrungstatsache eng miteinander verbunden. *Beschreibungshierarchisch untergeordnete* Subsysteme entstammen in künstlichen und natürlichen Systemen in der Regel *zeitlich früheren* Epochen. Ein Beispiel sind Elementarteilchen und organische Verbindungen: erstere haben sich in einem viel früheren Stadium des Universums stabil etabliert als letztere. Ich möchte jenen Zusammenhang zwischen Beschreibungshierarchie und Entwicklungsgeschichte *genetische Spiegelung* nennen.

Mangels eigenen Verständnisses kann ich leider nur sehr vage andeuten, wie man aus dieser genetischen Spiegelung vielleicht zu jener Vereinheitlichung kommen kann. Differentialgleichungen entstehen ja, grob gesagt, aus einem unendlich fortgeführt gedachten Verfeinerungsprozeß wie folgt. Man weiß näherungsweise etwas über Systemveränderungen in nichtverschwindenden Zeitintervallen. Diese Intervalle denkt man sich nun immer kleiner. Dabei wird die Näherung immer besser, und sie wird exakt, wenn die Intervallänge zum Punkt wird. Die Beherrschung dieser Konvergenz der Näherung zum Exakten ist die Grundaufgabe und das Wunder der Infinitesimalrechnung. Etwas Vergleichbares könnte man, glaube ich, auch für die Verfeinerung der Beschreibungshierarchie in Angriff nehmen. Man kann ja im Prinzip jede Beschreibungsebene mit einer basaleren, feineren »erklären«, z. B. die Chemie mit der Physik. Dabei gerät man unweigerlich in die Fänge des berühmten »Münchhausen-Trilemmas«, das im wesentlichen in der Aporie besteht, ob und wie man diese Verfeinerungskaskade begründet abbrechen kann. Auch in der Verfeinerungskaskade der Beschreibungshierarchien gibt es aber, dieser lange als unausweichlich verstandenen Aporie zum Trotz, vielleicht so etwas wie Konvergenz, wenn auch keine quantitative, sondern eine qualitative. Die aufeinander aufbauenden Beschreibungshierarchien könnten einander vielleicht »nach unten« immer ähnlicher werden. Selbstähnlichkeit über verschiedene Größenordnungen hinweg, d. h. Fraktalität ist aber eine der großen Entdeckungen der letzten 30 Jahre, und wir lernen gerade erst, mit ihr zu spielen. Vielleicht ist es kein Zufall, daß fraktale Phänomene im Bereich des Komplexen so allüberall in Erscheinung treten. Beschreibungshierarchien sind aber als Hierarchie klarer einzelner Begrifflichkeiten geradezu die Inkarnationen des propositionalen Denkens. Wenn man sie mit der »Urfigur« analogischer Methoden, der Konvergenz fortgesetzter Verfeinerungen, effektiv behandeln lernen könnte und wenn sich dann noch über die genetische Spiegelung eine innige Beziehung zur Zeitlichkeit herstellen ließe, dann wäre man von der Großen Vereinheitlichung vielleicht nicht mehr weit entfernt.

Aber ich glaube, daß dieses Verständnis den Schnitt zwischen Realität und Theorie umso deutlicher hervortreten lassen wird. Dieser Glaube ist auch die einzige ethische Rechtfertigung für mich, die Theorie komplexer Systeme entwickeln zu helfen. Nicht länger soll die partielle Zukunftsblindheit, mit der die propositionalen wie die analogischen Methoden in jeweils eigener Weise geschlagen sind, als kontingente, zufällige Vorläufigkeit beiseitegeschoben werden können. Der Wahn der Beschreibbarkeit, Beherrschbarkeit, Machbarkeit soll unter dem Nadelstich einer klaren Einsicht endlich platzen. Uns steht eine wunderbare Lektion in Bescheidenheit bevor.

Uwe Wesel
RECHT UND GEWALT

Dreizehn Eingriffe



Fast könnte man an spannende Sportreportagen denken, wenn *Uwe Wesel* das Ringen von Recht und Gewalt beschreibt, sei's in der historischen Arena, sei's auf dem parteipolitischen Kampfplatz, sei's im alltäglichen Ring, wo über Recht und Unrecht etwa von Demonstranten oder Spekulanten entschieden wird. Man erfährt dabei viel über die »Spielregeln« (auch über Tricks und Fouls) und ist gespannt auf die nächsten Runden in diesem stets politischen Spiel, das bei allem bitteren Ernst auch seine komischen Züge hat.

184 Seiten. Französische Broschur. 28 Mark

Tilman Spengler
GEISTERMAUERN

Chinesische Piktogramme

China – für uns Europäer bald schlafender Riese, bald Vorbild an aufgeklärter Staatsführung, bald Brutstätte der gelben Gefahr – ist immer in Aufruhr. *Tilman Spengler* hat in den vergangenen Jahren viele Monate in China verbracht: als Tourist, als Wissenschaftler, als Journalist. Was ihm auffiel, wovon er berichtet, ist befremdlich genug. Denn es wird weder in den Schleim des Verstehens getaucht noch mit dem Lack des Exotismus überzogen – es bleibt »chinesisch«, aber gesehen durch ein europäisches Temperament: mit Neugier, Empathie und Verblüffung; und schließlich – im Sommer 1989 – mit Trauer.

184 Seiten. Französische Broschur. 28 Mark

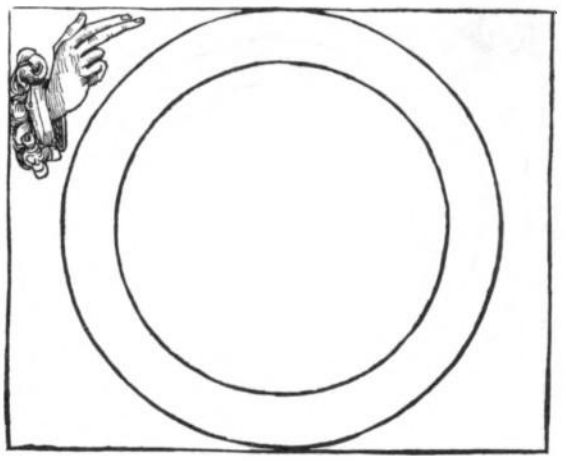
KURSBUCH ESSAY

Von Mao zu Mozart – und zurück

Man liest sie jetzt wieder anders, die Kapitel der chinesischen Revolutionsgeschichte. Seit Anfang Juni dieses Jahres wird unsere Augenschärfe auf das Problem der Gewalt justiert, der strukturellen Gewalt und des gezielten Terrors. Noch vagabundiert der Begriff des »orientalischen Despotismus«, doch wenn die Kunde von weiteren Verhaftungen, weiteren Demütigungen, weiteren Exekutionen das chinesische Ausland erreicht, dürfte auch das Denken von Karl August Wittfogel eine neue Konjunktur erfahren.

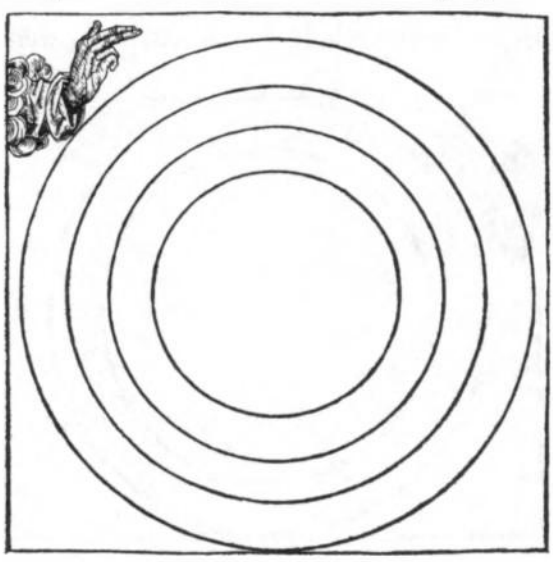
Denn anders als vor dem Massaker auf dem Platz vor dem Tor des Himmlischen Friedens kursieren die Berichte aus vergangenen Tagen der Herrschaft des Terrors nicht als Schauergeschichten mit glücklichem historischen Ausgang, als von irgendeinem Fortschritt – und sei es dem des politischen Anstands – aufgehoben, sondern als Leitmotiv der chinesischen Geschichte: bestimmt zu einer beständigen Wiederkehr. Zerstört, zumindest schwer erschüttert ist der Optimismus, der der Geschichte des Aufbaus des chinesischen Sozialismus eine – wenn auch durch heftige Rückschläge gebeutelte – aufsteigende Tendenz unterlegte. Jetzt darf die Interpretation wieder kreiseln, darf sich im klassischen Sinne chinesisch, also zyklisch gebärden: Halt, diese Repressionen kennen wir doch, war es 1953, 1957, 1966, 1987? War das wie bei den Schrecken der Bodenkollektivierung, wie bei der Kampagne gegen »Rechtsabweichler«, wie zu Beginn, zum Höhepunkt, zum Ende der Kulturrevolution, wie beim Klamauk gegen »geistige Umweltverschmutzung«? Welches historische Chromosom werkelte an welchen politischen Konstellationen? Und wie hatte unsereins diese Zeichen so leichtfertig übersehen, wie sie so falsch deuten können?

Im September dieses Jahres sendete das Deutsche Fernsehen den chinesischen Spielfilm »Die Stadt Hibiskus«. Einen von mehreren Filmen über die Vergangenheit, vornehmlich die Vergangenheit der Kulturrevolution; alles eine Spur zu melodramatisch, alles ein wenig bemüht und, trotz der Glaubwürdigkeit der Handlung, von jener zu gut ausgeleuchteten Studiorealität, die eine Bindung des Gefühls an die wirklichen Verhältnisse in China nie so recht aufkommen ließ. Doch plötzlich rüttelte eine kurze Szene wach. Da wurden auf dem



Dorfplatz die »Üblen Elemente« zusammengetrommelt. Die »Üblen Elemente« der Klassenfeinde meldeten sich flugs zum Appell. Dort standen sie aufgereiht: der alte Großgrundbesitzer, natürlich längst enteignet, der ehemalige Guomindang-Funktionär, der kleine Sohn des bereits verstorbenen »reichen Bauern«. Standen stramm, bereit, sich anherrschen zu lassen, bereit, die Schmutzarbeiten zu verrichten, die der kommunistische Dorfkader ihnen antragen würde. Das wurde alles in einer – auch von den übrigen Mitwirkenden an den Tag gelegten – Selbstverständlichkeit vorgeführt, als wären die Aufgerufenen zu einer Übung der dörflichen Feuerwehr angetreten.

Natürlich kennt jeder ein wenig Eingeweihte den Begriff der »Üblen Elemente«, der »Stinkenden Kategorie« – aus den »Umerziehungskampagnen« der frühen fünfziger Jahre und, natürlich, aus den Jahren der Kulturrevolution, als die Opfer dieses gesellschaftspolitischen Etiketts mit spitzen Hüten und Pappschildern, die ihre Missetaten verzeichneten, als der leibhaftige Klassenfeind durch die Straßen getrieben wurden. Doch eine kurze Einblendung im Film meldete für diese Szene das Jahr 1963, verwies damit auf ein Datum, in dem es »eigentlich« so unbeschwert zuging wie sonst ganz selten in der Geschichte der Volksrepublik nach 1949. Das Land hatte sich von den schlimmsten Exzessen des »Großen Sprungs nach vorn« erholt, die dümmsten, die grauenhaftesten Fehler der Parteiführung waren ausgebügelt, es war keine Rede mehr von den »schimmernden Pferden«, die »zum Sprung in den Kommunismus« ansetzen sollten. Die Bauern, um eine weitere Metapher zu bemühen, »hatten eine bunte Decke und lachten im Schlaf«. Dachte man zumindest, eingestimmt von den Buntglanzbildchen der Propaganda. Nein, natürlich hat man dieser Propaganda nicht *geglaubt,* doch ihr immer unterstellt, sie hielte in allen Lügen zumindest eine einigermaßen konstante Distanz zur historischen Wahrheit. Die Balken, so lautete das Credo, bogen sich in einer rekonstruierbaren Logik. Einer Logik, die wenigstens die äußersten Schmerzgrenzen der Opfer respektierte. Nach dieser Logik war 1963 ein akzeptables Jahr. Und dann plötzlich im Film die kurze Eisdusche: eben jener Zwangsmarsch der beständig zu Demütigenden. Die kurze, entschlossene Drohgebärde. Vorgeführt ohne die Ankündigung des Außergewöhnlichen. Der schlichte Alltag der Repression.



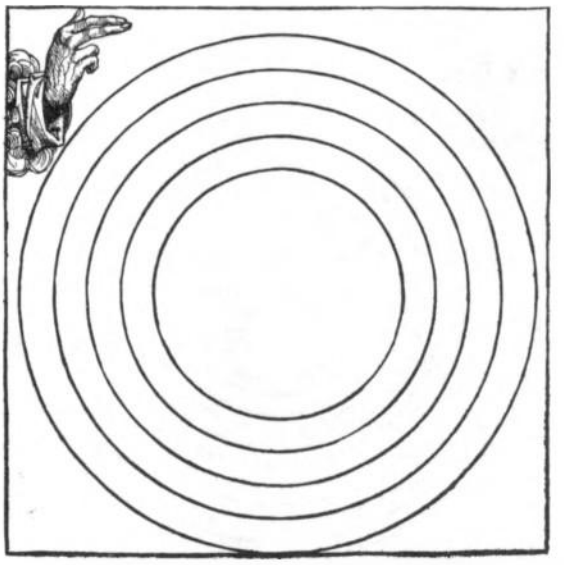
Hätten wir, hätte ich diese Szene vor dem 3./4. Juni 1989 als so aussagekräftig empfunden? Gewiß nicht, und zwar deshalb, weil dem Denken über die chinesische Gesellschaft schon lange eine Mischung aus »wishful thinking« und der Hoffnung auf eine »selffulfilling prophecy« eigentümlich war. Ich sagte vorhin »wir« in einer Verallgemeinerung, die einige wenige Sinologen und nicht sehr viele Chinesen ausschließt. Diesen Chinesen hat unsereiner jedoch ungern geglaubt, weil sie – auf ihr Land angesprochen – so gerne wie rätselhaft sagten: »Das wahre China werden Sie nie verstehen«, was einer intellektuellen Kränkung gleichkam, weil sie sich selber

beharrlich über dieses Mysteriosum ausschwiegen oder wenig mehr als Anekdotisches zu berichten wußten. Zum anderen bewegten wir, die wir uns eingeweiht dünkten, uns in anderen Kreisen: unter Intellektuellen, Künstlern und Schriftstellern, die meist mit unserem Zungenschlag redeten.

Ein konkreteres Beispiel: ein paar Wochen vor dem Massaker in Peking erzählte mir der Schriftsteller Liu Binyan von seiner Zeit als »Rechtsabweichler«. Wir hatten uns nach einem Empfang in München getroffen, der zu seinen Ehren gegeben wurde. Nichts schien den Gefeierten mit seiner Vergangenheit zu verbinden, in der er gleich zweimal aus der Kommunistischen Partei ausgestoßen worden war. In der ihn diese Partei für mehr als ein Jahrzehnt zu den härtesten körperlichen Arbeiten verurteilt hatte, die das Land für »Rechtsabweichler« parathielt.

Liu Binyan begann viele Sätze mit den Worten: »In jener Zeit ...« Jene Zeit hatte 1957 für ihn begonnen, mit der Verbannung in irgendeinen trostlosen Flecken, wenn ich recht erinnere in der Provinz Shanxi. Er erzählte von den Lasten, die er jeden Tag schleppen mußte, um Felder zu bewässern oder zu düngen, von den Bauern, denen noch das Speiseöl zum Kochen fehlte, von den verzweifelten Versuchen der »Rechtsabweichler«, sich selbst und einander das Gewissen zu erforschen, um wieder in den Stand der Gnade, sprich des »korrekten« Bewußtseins zu gelangen. Liu Binyan erzählte sehr präzise, sehr ironisch – und er erzählte, als wäre von einem anderen Jahrhundert die Rede. Erst später wurde mir klar, daß viele seiner Geschichten in den späten siebziger Jahren spielten.

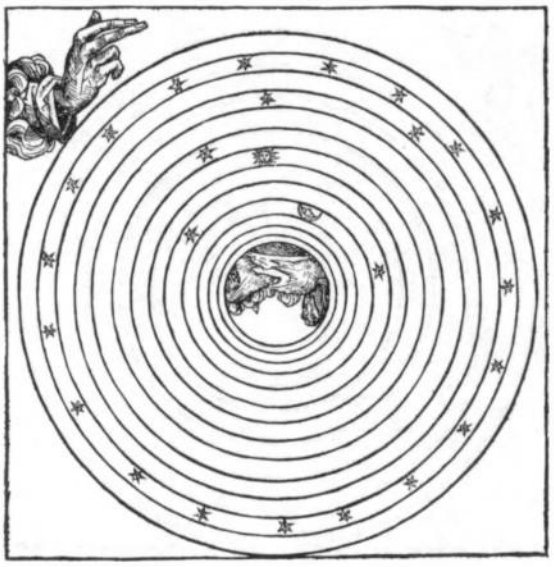
Damals begann das Jahrzehnt der ideologischen Verdrängung der Gewalt, die die vorausgegangenen Abschnitte der chinesischen Geschichte geprägt hatte.



In der nationalen Selbstdarstellungwandelte das Land sich zum Pandabären: groß, possierlich – und vor allem ungeheuer friedlich. Gulag-Erzählungen gehörten in die Sowjetunion, die chinesischen Schriftsteller boten eine andere, eine mildere Variante: die Wundnarben-Literatur. Die setzte sich zwar auch mit der Vergangenheit auseinander, doch – wie der Name schon andeutete – mit einer bereits vernarbten Vergangenheit. Ein chinesischer Solschenizyn, der die Wunden offenhielt, meldete sich nicht zu Wort. Die Geschichte war eben weitergegangen, hatte Peiniger und Opfer wieder zusammengeführt, gewiß, ein paar Schuldige waren abgeurteilt worden, doch im übrigen erschöpfte sich die Arbeit an der Vergangenheit im Nachzahlen ausgefallener Löhne.

Außerdem gab es ja auch so etwas wie ein Wirtschaftswunder. Gab es Fernsehen und Werbung, Importe aus nichtsozialistischen Ländern, Reisen ins Ausland, freie Märkte. In der Literatur waren aufregende Dinge zu entdecken wie die Liebe zwischen Mann und Frau, in den Zeitungen standen wieder Kuriosa, bisweilen sogar kritische Leserbriefe.

Auch der Blick des Auslands ruhte mit Wohlgefallen auf dem Reich der Mitte. Es herrschte ein breiter Konsens, daß »China klappen« sollte. Die Virtuosen



der internationalen Politik hatten Anfang der siebziger Jahre mit der Eröffnung der »Ping-Pong-Diplomatie« den Anfang gemacht, ungeachtet der immer noch barbarischen innenpolitischen Zustände: Die Schreckensherrschaft der »Viererbande« hatte ja ihren Zenit noch nicht einmal erreicht. Nach Maos Tod (1976) setzte der Reigen dann umso fröhlicher ein: Die üblichen Investoren erschienen, zunächst, um das Übliche zu investieren, dann, sich gegenseitig antreibend, mit immer kühneren Projekten. Die Investoren machten aus Chinas Zukunft einen Teil ihrer eigenen Zukunft, ein Blick in die Vergangenheit hätte da den geschäftsnotwendigen Optimismus nur trüben können.

Vergangenes war allein unter touristischen oder kulturhistorischen Gesichtspunkten gefragt – Ming-Gräber und Terrakotta-Armeen, Höhlenmalereien und Song-Porzellan. Der Tourismus legte sich seine Geschichte nach eigenen Schwerpunkten zurecht, es waren die Schwerpunkte von Disneyland.

Wie die Wirtschaft streckte auch die internationale Gemeinde der Wissenschaft ihre Arme nach China aus. Sicher nicht in erster Linie – wie Zyniker bekrittelten –, weil das Land eine willkommene Abwechslung zum gewohnten Angebot von exotischen Kongreßorten zu bieten hatte. Vielmehr versprachen die chinesischen Kollegen Talente in Hülle und Fülle – wenn sie nur richtig entdeckt und gefördert würden. Wenn es – mit internationaler Hilfe – gelänge, unter die Vergangenheit einen fetten Strich zu ziehen. Wenn man diese Vergangenheit einfach löschen könnte.

Zur Beschreibung dieser Vergangenheit wurde stets nur ein banales Kürzel verwandt. Das hieß mal »Viererbande«, mal »Kulturrevolution« oder »Linker Radikalismus«. War abzulehnen und sollte nicht mehr vorkommen; also schien es auch müßig, darüber Auskunft zu geben, wie denn jene gesellschaftlichen Zustände hatten entstehen können, wie es um die seelische oder moralische Beschaffenheit derjenigen bestellt sein mußte, die in jenen Jahren Opfer oder Täter, Komplizen, Mitwisser oder Wegseher gewesen waren.

Das allergeringste Interesse an der Auslotung der unmittelbaren Geschichte des Landes hatte natürlich die Kommunistische Partei. Die Gewaltfrage war entschieden – zu ihren Gunsten. Würde man sie zum Thema machen, dann konnte es nur zu einer Abrechnung kommen. Wahrscheinlicher noch zu einer Kette von Abrechnungen. Sobald also Fragen der Macht, Fragen der Alleinherrschaft der Partei auch nur vorsichtig angetippt wurden – wie in der Demokratiebewegung, die ja schon vor dem Pekinger Frühling '89 immer wieder auf sich aufmerksam zu machen wußte –, sobald Dissens sich zeigte, bleckte die Partei ihr Stahlgebiß.

Nur wurden diese Drohgebärden im Namen der diversen sozialistischen Reinheitsgebote nicht als integraler Bestandteil einer von jeher auch auf administrativen Terror setzenden Macht gedeutet, sondern als Rückfall, als eine Art seniles Imponiergehabe, dessen Tage längst gezählt waren, und das an den Fingern weniger Hände. Sprachen denn

nicht der materielle Fortschritt, die zunehmende Einbindung in internationale Abkommen, die Öffnung der Märkte, die unaufhaltsame Vulgarisierung des Geschmackslebens für eine mehr oder weniger widerstandslose Säkularisierung des roten Kosmos? Wer konnte denn noch ernst bleiben, wenn ein Parteiideologe seine fünf jämmerlichen Losungen vor- oder nachmümmelte? Sie war ein Interessenverband, die Kommunistische Partei, aber gewiß doch nicht gefährlicher als der Rotary-Club?

Jetzt wissen wir es besser. Und diese Erkenntnis sandte reale und symbolische Wellen der Erschütterung aus, wie das Erdbeben von Lissabon von 1756. Selten hat der Zusammensturz eines Traumgebäudes lauter gekracht. China hatte eben doch nicht geklappt – weder in der sozialistischen noch in der Panda-Variante.

Natürlich waren auch hierfür sofort die Interpreten zur Stelle. Sie erklärten uns das Phänomen der Gewalt aus der chinesischen Herrschaftsgeschichte seit der Zeit der Streitenden Reiche, lange vor unserer Zeitrechnung. Verwiesen auf einen Nationalcharakter, zu dessen Eigenschaften schon immer die plane Kommandostruktur gehört habe, das Einbimsen und Befolgen von Befehlen. Deuteten auf die zutiefst autoritäre Struktur der chinesischen Gesellschaft; auf die Elemente von Rache und Vergeltung als bestimmende Faktoren der sozialen Dynamik; auf das zutiefst Andersartige der asiatischen Seele. Plötzlich erinnerte man sich auch wieder an den Deng Xiaoping, der den Sowjets einreden wollte, im Vergleich zur Reinheit der sozialistischen Lehre sei ein thermonuklearer Krieg das geringere Übel. Jener Deng Xiaoping, der härter noch als Mao Zedong den »Revisionismus« von Chruschtschow gegeißelt hatte. Zu schweigen von seiner »stalinistischen« Zeit, zu schweigen von seiner Bekämpfung der Gegner in den eigenen Reihen der Partei.

Da ist natürlich einiges dran – nicht nur, was die Biographie von Deng Xiaoping betrifft, sondern auch zum Stichwort: Gehorsam in China. Nur liegt der Teufel – wie häufig – im historischen Detail, nur helfen uns Verallgemeinerungen hier so sehr wie der Verweis auf, sagen wir, Hermann den Cherusker, Martin Luther und Richard Wagner bei der Deutung der bundesrepublikanischen Innenpolitik der vergangenen zwanzig Jahre. Nämlich herzlich wenig. Denn gleichzeitig sind ja Repression *und* Widerstand gegen diese Repression erklärungsbedürftig: In den Monaten nach dem Niederkartätschen der Demokratiebewegung mochte es so scheinen, als sei lediglich der Panzereinsatz ein für China aktuelles Phänomen. Nachgeordnet dem Problem der Überalterung des Politbüros. Daß sich *vor* dem Juni Hunderttausende um Hunderttausende einen Dreck scherten um traditionelle Herrschaftsverhältnisse, daß sich plötzlich die Bedingungen der Möglichkeit eines weniger starren Systems von gesellschaftlicher Machtverteilung aufgetan hatten, blieb in derlei Analysen weitgehend unberücksichtigt.

Dabei ist es die vornehmste Aufgabe, ein wenig auch, pathetisch gesagt, das

Vermächtnis der Opfer dieser Demokratiebewegung, Aufstand *und* Niederschlagung zusammenzudenken. Zur Niederschlagung stellen sich – wie bei den meisten derartigen Veranstaltungen – Hypothesen und Argumente sicherlich schneller ein. Die Analyse des Aufstandes hingegen steht an, steht umso dringlicher an, als das historische Geschehen jetzt bereits droht, unter den Kränzen zu ersticken, die ihm gewunden wurden. Die Opfer, die Beteiligten haben Besseres verdient.

Tilman Spengler

Spätlese

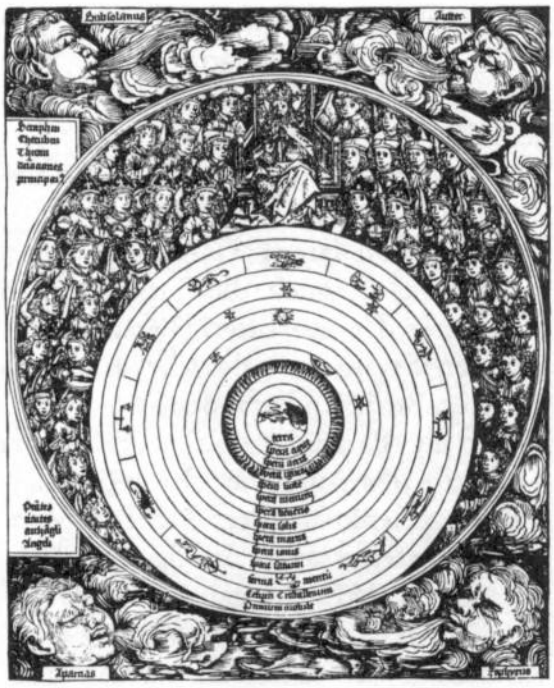
Noch nie strahlte unser freier Westen so frei wie in diesem unendlich langen Sommer unseres Mißvergnügens. Sicher war es kein Leuchten von innen, doch wir wissen ja: *Ex oriente lux,* und es traf uns blendend. Gebannt starrten wir nach drüben, kein Sonderzugswaggon auf der Fahrt in die Perspektive entging uns, und noch über die allerkleinste Demo dort berichteten gerade die Medien wahrhaft erschöpfend, denen hier auch 400 000 glatt entschlüpfen.
Wir sind so frei, und unser ARDZDFFAZSZFRSPIEGELWELTBILD platzte fast aus dem gewohnten Rahmen vor

Empörung über den verbalen Umgang des Establishments dort drüben mit seiner aufmüpfigen Jugend. Ausführlich wurde das *Neue Deutschland* zitiert, denn dort war von »Störenfrieden«, »Provokateuren« und gar »gewissenloser Provokation« die Rede.
Wir lasen am 10. 10.: »Es kommt darauf an, jeden Angriff auf unseren sozialistischen Staat abzuwehren und jene Kräfte in die Schranken zu weisen.«
Und wir lasen noch mehr: »Aufrührerische Aktionen und Landfriedensbruch, die künftig im Keim erstickt werden müssen.« (1) »Das zügellose Treiben dieses Mobs erfordert ein Abgehen vom Kurs der Weichen Welle bei der Behandlung dieser Kriminellen.« (2) Ein Vertreter der abgewirtschafteten Funktionärskaste nannte die Aufmüpfigen gar: »Störenfriede der nationalen Würde. Wir müssen uns für diese Leute schämen. Sie haben nicht nur die Gesetze der Gastfreundschaft gröblich verletzt, sondern auch der eigenen nationalen Würde gröblich ins Gesicht geschlagen.« (3) Ein anderer denunzierte die Demokratiebewegung als »unverantwortliche Provokationen gegen die staatliche Ordnung«. (4) Und ein Dritter schimpfte: »Pöbel bleibt Pöbel, auch wenn junge Gesichter darunter sind.« (5)
Und so wurde beschrieben: »Nebelwolken ziehen über den Platz, auf dem junge Menschen jubeln und junge Menschen Krawall schlagen ... Jugendliche Menschen schwenkten rote Fahnen, warfen Rauchbomben und schlugen ... Die Polizei verhaftete u. a. einen Halbstarken, der mit einer Stahlrute auf andere eingeprügelt hatte ... Das Auftreten der Randalierer hat unter der Berliner Bevölkerung große Empörung ausgelöst ... Mehrere Radaumacher verhaftet. Halbstarke Wirrköpfe warfen mit Eiern ... und schrien die groteskesten Parolen ... Krawallbrüder ... Papp-

köpfe und die wirre Rede ...« (6) Und so fiel der Kommentar aus: »Wir lassen uns nicht von einer Minderheit terrorisieren.« Er erwähnte »Rowdies und studentische Extremisten«, die das Ereignis »benutzten, um zum direkten Straßenterror überzugehen ... anarchistische Gruppen ... Unterhöhlung der Demokratie durch öffentliches Rowdytum ...« (7), fernerhin »Gesichter, die man schon kennt« (8) und »pittoreske Provokateure ... politische Radikalinskis« (9). Da fragt sich denn das System: »Sind wir ein Volk von Krawallmachern? Es scheint Mode zu werden, statt zu argumentieren, Steine zu schmeißen und Autos zu zerbeulen. Eine kleine Minderheit von Krawallmachern ruft nach mehr Freiheit und meint das Chaos ... In Wirklichkeit will sie die Demokratie demontieren. Es wird Zeit, daß die demokratische Mehrheit unseres Volkes sich wehrt ... Radikalinskis ...« (10)

Zwei Tage später entdeckt unsere Quelle einen »Wanderzirkus der Revolution ... Und man darf auch nicht die ganze Drecksarbeit der Polizei und ihren Wasserwerfern überlassen ... Wie lange wollen wir noch zulassen, daß unsere jungen Leute von Agitatoren aufgehetzt, daß unsere Gesetze in Frage gestellt, unterwandert und mißachtet werden? Sind wir denn eine Apfelsinenrepublik, in der man Recht und Gesetz, Autorität und Ordnung unter fadenscheinigen Vorwänden mit Füßen treten darf? ... Das ist gemeingefährlich und ... lebensgefährlich. Stoppt ihren Terror jetzt!« (11)

Tags darauf: »Die Polizeigewerkschaft rief gestern ›alle verantwortungsbewußten Bürger und verantwortlichen Politiker‹ auf, die Polizei in ihrem Bestreben zu unterstützen, Sicherheit und Ordnung auf den Straßen aufrecht zu erhalten. Der DGB protestierte gestern gegen die ›SA-Methoden‹ der Jugend-Demon-



strierenden: ›Der Terror verstopft alle Wege zu vernünftigen Lösungen.‹« (12) Da wollten auch die Funktionäre nicht zurückstehen: »In den Köpfen vieler Bürger spiegelt sich die Aufgabe der Freiheit als eine Art ›Dienstverpflichtung‹ wider, den Staat auf einer Einbahnstraße des Denkens mit schonungsloser Kritik zu überziehen und zu verdammen ... Diese Entwicklung ist umso bestürzender, wenn man bedenkt, daß sie ... sich auf dem Hintergrund enormer Aufbauleistungen und eines wachsenden Wohlstands vollzieht.« (13) – »Wer die Demokratie zum Gegenstand des Hohns macht, muß bekämpft werden ... Wir alle müssen die Zivilcourage aufbringen, allen Feinden der Demokratie auch persönlich entgegenzutreten.« (14) Aufforderung zur Gewalt gegen die Opposition?

Und so wurde mit dem Protest umgegangen: »Einige schmierten Bohnerwachs aufs Pflaster. Andere stellten und setzten sich auf die Fahrbahnen. Aber der Berufsverkehr stoppte kaum: Die Polizei sorgte blitzschnell für Ordnung ... Nächstes Ziel der Krawallmacher, zu denen sich auch Betrunkene gesellten ...« (15) »Die Berliner Bevölke-

rung hielt sich zurück. Nur in einigen Fällen schütteten empörte Bürger Wasser vom Balkon auf die Demonstranten.« (16)

Natürlich vermerkte das *Neue Deutschland* auch am 10. 10. 89: »Daß die Provokation von langer Hand vorbereitet wurde, belegt auch die Tatsache, daß sich unter den Anstiftern Personen aus anderen Kreisen des Bezirkes bzw. aus anderen Bezirken befanden.«

Doch die Paranoia ging noch weiter: »Es hatte den Anschein, als ob die Randalierer gelenkt wurden. Mehrere Männer in zerschlissenen Anzügen und abgetragenen Mänteln gaben an die Jugendlichen Anweisungen weiter: ›Einkreisen!‹ – ›Abdrängen!‹ – ›Vorwärtsstürmen!‹« (17) »Mit diesen Worten forderten Einpeitscher ihre ›Truppen‹ zum Terror auf: ›Freunde, Genossen, Rokker!‹« (18) »Es sind Berufsrevolutionäre ... Wir sahen uns die von der Polizei festgenommenen Demonstranten an. Und siehe da, diese harmlosen ... ›Friedensfreunde‹ ... hatten Schlagstöcke, stehende Messer, Eisenstangen und was man sonst noch bei einer Demonstration so braucht. Natürlich nicht, um damit gewalttätig zu werden, aber vielleicht, um sich damit die Nägel sauber zu machen. Oder um die hartgekochten Eier damit aufzuklopfen ... Es sind Schüler. Und Halbstarke. Und Krawallmacher ... Polizei: Der Terror war vorbereitet.« (19)

Natürlich von oben gesteuert, wurden die gewohnten Kader aufgeboten: »›Berlin steht für Freiheit und Frieden.‹ Unter diesem Motto antwortet morgen die Bevölkerung ... mit einer Kundgebung.« (20) Sie fand unter entsprechenden Parolen statt: »Laßt Bauarbeiter ruhig schaffen / kein Geld für langbehaarte Affen!« – »Diese Stadt gehört nicht den Extremisten, sondern denen, die sie unter Entbehrungen wieder aufgebaut haben.« (21) – »Mit ernster Stimme legte Schmidt ein Bekenntnis zu unserem Staat ab: Wir lassen diesen Staat und seine Verfassung nicht in den Dreck treten. Unser Staat ist der beste, demokratischste Staat, den es auf deutschem Boden je gab!« (22)

Dennoch mußte gemeldet werden: »Schwere Ausschreitungen ... Demonstrationswelle in den Städten breitet sich weiter aus ... Conrad: ›Mißbrauch jugendlicher Aktivität durch linksextreme Provokateure. In der Demokratie ist kein Platz für Straßenschlachten.‹ Mehr als eine Million Liter Wasser entluden die Wasserwerfer bisher auf die Demonstranten. Sind die Krawalle beendet, trollen sich die vor Nässe Triefenden davon.« (23) »Einer der größten Industriestaaten der Welt darf kein Hottentottenland werden, in dem jeder, der sich ungerecht behandelt fühlt, Steine wirft, Feuer legt oder ...« (24)

So wurde denn auch gefragt: »Wem beugt sich der Staat? Einer Eskalation des Fanatismus, ja des Irrsinns, der Gefährlichkeit einer kleinen Gruppe anarchistisch-revolutionärer Terroristen ... Wem hat sich dieser Staat gebeugt? Er hat sich einer kleinen Minderheit, die sich nur in Promille-Größenordnungen messen läßt, gebeugt, einer lautstarken und gewalttätigen Minderheit, die geführt und gesteuert wird von einer Handvoll bis zum Äußersten entschlossener Umstürzler ... Die kalte Logik einer kleinen Gruppe von Nebenberufs-Revolutionären ... Es geschah ... zum ersten Mal, und es muß zum letzten Mal geschehen sein, daß ein Revolutionskomitee beinah wie eine Nebenregierung zwei Tage lang über die Rundfunkanstalten den Aufruf zum kollektiven Landfriedensbruch verbreiten lassen konnte ...« (25)

Da zeigte das Regime sein wahres Gesicht: »Endlich! Schnellgerichte gegen die Rädelsführer.« (26) Denn so wurde

die Opposition verteufelt: »Aufrührer werden von Kommandowagen mit Sprechfunk gesteuert ... Der Sturm ... wurde generalstabsmäßig organisiert. Aktivistentruppen werden angewiesen, Straßenbarrikaden zu errichten, obwohl das Landfriedensbruch ist. Der ohnedies schon schwer zu bewältigende Verkehr wurde durch die Terrorakte der Radikalen verzögert. In der Bevölkerung wachsen Unruhe und Empörung ... Es klingt wie ein böser Witz, aber das alles ist kein Kinderspiel unter roten Fahnen, es rollt ab nach Plan. Mit Sprechfunkgeräten. Mit Kommandozentralen. Und die Internationale, die die Radikalen so gerne singen, klappt auch. In London, in Rom wird gegen die Deutschen und gegen das private Eigentum demonstriert. Kommunistische Maßarbeit ...« (27)

Moment! Sollten uns in der Empörung unsere Zettelkästen durcheinandergeraten sein? Na wenn schon! Auch dies würde nur beweisen, daß unsere freiheitliche Republik im Umgang mit der Jugend denen da drüben Lichtjahre voraus ist.

(1) Erklärung der Berliner CDU, 4.6.67. (2) Polizeigewerkschaft Berlin, 4.6.67. (3) Hamburgs Bürgermeister Herbert Weichmann, 4.6.67. (4) Heinrich Albertz, 8.6.67. (5) Willy Brandt, 13.3.68. (6) *Bild*, 3.6.67. (7) *Welt*, 5.6.67. (8) *Bild*, 5.6.67. (9) *Welt*, 7.6.67. (10) *Bild*, 5.2.68. (11) *Bild*, 7.2.68. (12) *Bild*, 8.2.68. (13) Herbert Weichmann, 12.2.68. (14) Helmut Schmidt im Bundestag, 9.2.68. (15) *Bild*, 10.2.68. (16) *Bild*, 19.2.68. (17) *Bild*, 18.3.68. (18) *Bild*, 16.4.68. (19) *Bild*, 17.4.68. (20) *Bild*, 3.2.68. (21) *Bild*, 22.2.68. (22) *Bild*, 15.3.68. (23) *Welt*, 13.4.68. (24) *Bild*, 13.4.68. (25) *Welt*, 16.4.68. (26) *Bild*, 17.4.68. (27) *Bild*, 16.4.68

Hans-Georg Behr

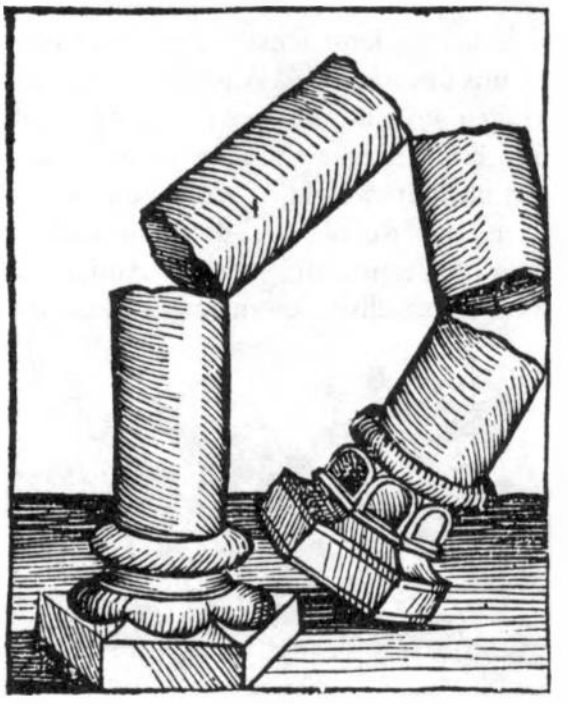
Die Zukunft der Vergangenheit

(Aus dem Tagebuch des Christian Deutscher, Professor emeritus für jüngere Weltvergangenheit an der Universität Berlin, aus dem Jahre 2089)

22. Februar 2089 Der Polizist an der Kreuzung, die ich von meinem Fenster aus sehe, trägt heute keine Atemmaske. Es ist der zweite Tag ohne Smog in diesem Jahr. Ich schalte die Filterbelüftung ab und öffne alle Fenster, was meinen allmorgendlichen Hustenanfall allerdings nicht mildert.

3. März 2089 Das Afroasiatische Hochkommissariat für die alttechnologische Industriezone Europa hat per Dekret alle Veranstaltungen zum 300. Jahrestag der Französischen Revolution untersagt. Ausgenommen sind lediglich die traditionellen Straßenfeste in der Provinz Gallien, was dem Prinzip entspricht, den einzelnen Kolonien ihre jeweils lokale Folklore möglichst zu belassen.

So wenig mich diese Anordnung überrascht, für so falsch halte ich sie den-



noch. Symbole muß man besetzen, nicht verbieten. Der Weltzustand ist eine Misere, die nur noch verwaltet, aber nicht mehr behoben werden kann. Bewußt mag das nur wenigen sein – unbewußt haben sich fast alle damit abgefunden. Es herrscht nicht das, was noch das 20. Jahrhundert eine »revolutionäre Situation« zu nennen pflegte.
Ohnehin werden alle sogenannten Werte am wirkungsvollsten dadurch dementiert, daß Politiker sie proklamieren: was diese Damen und Herren verkünden, glaubt fortan kein Mensch mehr. Käme der – zur Zeit: indische – Gouverneur von Germanien auf die Idee, in seiner monatlichen Fernsehansprache zwei und zwei zu vier zu addieren, hätte das vermutlich den umgehenden Zusammenbruch der Grundrechnungsarten zur Folge.

10. März 2089 Beim monatlichen Stammtisch der emeritierten Fakultätskollegen folgt mir mein alter Mitstreiter P. auf die Herrentoilette, wo er mir im Flüsterton die Bildung eines Zirkels zum Studium der Französischen Revolution vorschlägt. Wir dürften nicht mit leeren Händen dastehen, wenn – so drückt er sich aus – »demnächst die jungen Leute zu uns kommen und Antworten auf ihre Fragen wollen«. Ich bezweifle, daß auch nur ein einziger Student ausgerechnet uns nach etwas fragen wird, geschweige nach einer Revolution, die er bestenfalls vom Hörensagen kennt. Außerdem weiß ich selbst kaum mehr darüber.

Selbstverständlich lehne ich es ab, mich an derlei konspirativen Spielchen zu beteiligen.

22. März 2089 Das »Schauhaus« am Boulevard der Weltkultur – ehedem: Kurfürstendamm – hat drei Tage vor der Premiere die Inszenierung von »Dantons Tod« absetzen müssen. Der Regisseur, ein Herr Steingrübler, hatte sich gegenüber der Afroasiatischen Kulturaufsicht verpflichtet, in der Aufführung das zwangsläufige Scheitern jeder Revolution herauszuarbeiten, und dieses Konzept dem Vernehmen nach auch überzeugend umgesetzt. Trotzdem hat der – in diesem Monat: afrikanische – Kulturkommissar nach Besichtigung der ersten Hauptprobe die Aufführung verboten: wegen Eurozentrismus.
Die Empörung unter den Künstlern der Stadt soll groß sein, wie mir meine Schwiegertochter erzählt – unvorsichtigerweise am Telefon. Der Club der Kulturschaffenden erwägt einen formellen Protest, an dem Steingrübler selbst sich aber nicht beteiligen will. Er fürchtet, damit seine nächste Inszenierung – eine chinesische Revolutionsoper in Bayreuth – zu gefährden.

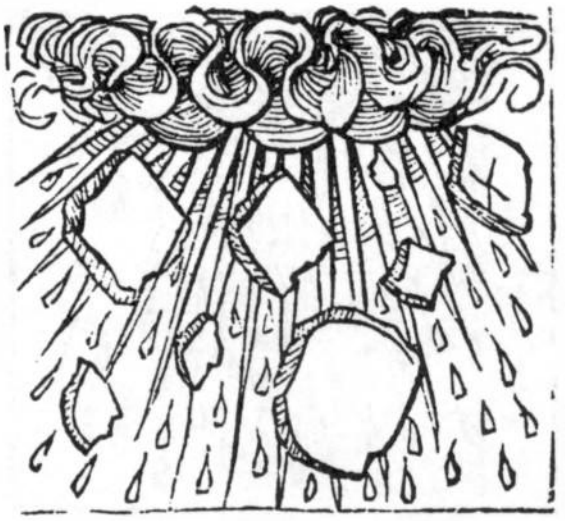
2. April 2089 Der junge Mann, der mir jeden Tag die warme Mahlzeit des Rollenden Mittagstischs in die Wohnung bringt, hat sich schon mehrfach staunend und bewundernd über die Menge meiner Bücher geäußert. Heute fragt er, ob ich ihm wohl etwas über die Französische Revolution leihen könnte. Ich verneine bedauernd. Natürlich hätte mir die Idee, daß die Sozialen Dienste die umfassendsten Überwachungs- und Spitzel-Möglichkeiten bieten, schon etwas früher kommen können.

5. April 2089 Tatsächlich besitze ich ein paar Publikationen zum Thema, recht zufällig und unsystematisch vor

etwa einem halben Jahrhundert zusammengekauft. Ich glaube mich zu erinnern, daß es während meines Studiums ein Seminar gab, vermutlich aus Anlaß des 250jährigen Jubiläums. Wenn mich mein Gedächtnis nicht trügt, war das Seminar schwach besucht – Revolution war schon 2039 kein Thema mehr.

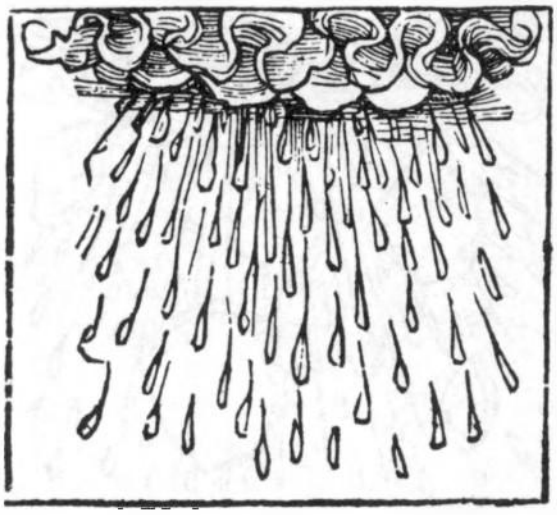
15. April 2089 Kreuzschmerzen, weil ich alter Esel gestern auf den Hängeboden im Flur klettern und dort mehr als eine halbe Stunde in gebückter Haltung nach meinen Seminarmitschriften von vor einem halben Jahrhundert suchen mußte.
Das Resultat ist eine Hose, die dringend einer Reinigung bedarf, und ein Aktendeckel mit schwer lesbaren Notizblättern. Seminarleiter war übrigens ein Privatdozent, ein gewisser Dr. Bürger, der später zum Islam übergetreten ist und in der Afroasiatischen Kolonialverwaltung Karriere gemacht hat.

17. April 2089 Unter Bürgers Anleitung haben wir damals offenbar versucht, eine Bilanz der Zweihundertjahrfeiern zu ziehen, die ziemlich negativ ausgefallen ist. Im Westen waren 1989 die zwei Jahrhunderte zuvor proklamierten Menschenrechte offiziell anerkannt, das heißt zum Gegenstand von Deklamationen abgesunken und praktisch bedeutungslos. Im Osten versuchte der nachmalige Großfürst Michail (1989 noch: Generalsekretär Gorbatschow), der maroden bolschewistischen Revolution die Werte der bürgerlichen von 1789 aufzupfropfen. Dieser letztmalige Versuch einer Öffnung Rußlands nach Westen mißlang bekanntlich wie alle vorhergehenden. Erst die Rückbesinnung auf die asiatischen Ursprünge, wozu auch die Einführung des Marxislam als Staatsreligion gehörte, rettete das Reich und festigte Michails Macht, dem es mithilfe der Turkvölker



gelang, den Aufstand der sogenannten Westbojaren unter Boris Jelzin relativ rasch niederzuschlagen.

24. April 2089 Auf der Suche nach einem Geschenk – mein jüngster Enkel wird Anfang Juli vier Jahre – begebe ich mich auf den Polnischen Markt. Diese basarhafte Zelt- und Budenstadt nördlich des Landwehrkanals hat sich in den letzten hundert Jahren zur einzig tatsächlich multikulturellen Institution dieser Stadt entwickelt.
Ich schwanke längere Zeit zwischen einer reichgeschnitzten afrikanischen Trommel, mit der ich mir jedoch den Zorn meiner Schwiegertochter zuziehen würde, und zwei hübsch bemalten polnischen Holzpferdchen – aber wer erklärt dem Jungen, was Pferde waren? Schließlich entdecke ich auf einem Ramschtisch einen noch original verpackten Bauhaus-Baukasten, eine Replik aus dem späten 20. Jahrhundert. Der türkische Standinhaber läßt ihn mir billig, die einzige Gefahr besteht jetzt darin, daß mein Sohn ihn seinem Sohn vorenthält, um selbst damit spielen zu können.
Am Rande des Platzes treffe ich P., der mich verschwörerisch zu einem Spaziergang überredet. In einer Seitenstraße zeigt er mir mehrere Exemplare einer primitiv gedruckten Broschüre, die er



bei einem persischen Studenten erstanden hat, der die Hefte zwischen seinen Teppichen vor der Marktaufsicht verborgen hält. Es handelt sich um einen Raubdruck von Gracchus Babeufs »Manifest der Plebejer« aus dem November 1795. P. drängt mir ein Exemplar auf und erzählt begeistert von seinem Studienzirkel, dem sich neben anderen jungen Leuten nun sogar ein Arbeiter angeschlossen hat. Ich muß eine andere Verabredung vorschützen, um ihn loszuwerden.

28. April 2089 Schon der erste Satz von Babeufs »Manifest« ist eine Zumutung: »Es ist Zeit, daß das mit Füßen getretene und gemeuchelte Volk großartiger, feierlicher, allgemeiner als es je getan, seinen Willen kundgibt, auf daß nicht nur die Symptome, die Begleiterscheinungen des Elends, sondern die Wirklichkeit, das Elend selbst ausgerottet werden.« Das ist die übliche Revolutions-Rabulistik, die gleich zu Anfang nicht weniger fordert, als die Wirklichkeit auszurotten. Allerdings ist das Programm absurd genug, um über Jahrhunderte hinweg Begeisterung zu wecken.

2. Mai 2089 Der gestrige Weltfeiertag der Arbeit hat in mehreren Provinzhauptstädten der alttechnologischen Industriezone Europa mit den üblichen Krawallen geendet, die regelmäßig in den Elendsvierteln ausbrechen. Noch zu meinen aktiven Zeiten hat am sozio-anthropologischen Institut der Universität ein arabischer Doktorand eine sehr intelligente Arbeit über »Die Randale als Berliner Ritual« vorgelegt. Er wies nach, daß sich die wesentlichen Elemente – wie das Trommeln an Hochbahnpfeilern oder auf Müllcontainern, das Plündern von Supermärkten und die Freudenfeuer in Abbruchhäusern – seit dem späten 20. Jahrhundert nahezu unverändert erhalten haben. Auch die Polizeitaktik, den Stadtbezirk Halbmondhügel (ehedem: Kreuzberg) für diese Nacht sich selbst zu überlassen, ist wohl schon in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entwickelt worden. Um die Jahrtausendwende hat es Versuche gegeben, alle Supermärkte einbruchsicher zu verrammeln und statt dessen Lastzüge voller Bier und Spirituosen offen auf den Straßen stehenzulassen – interessanterweise ist dieses Angebot von der Bevölkerung nicht angenommen worden. Offenbar ermöglicht es nicht genügend Aggressionsabfuhr.

12. Mai 2089 P., der nach unserem gestrigen Stammtisch darauf bestand, mich nach Hause zu begleiten, behauptet, in der rituellen Randale am Abend des 1. Mai »neue Elemente« ausgemacht zu haben. Der Sprechchor »Auch die weißen Knechte / haben Menschenrechte« dient ihm ebenso als Beweis wie die Teilnahme starker türkischer Kontingente an den Ausschreitungen. Tatsächlich unterliegen die Türken, trotz ihres mehrheitlich islamischen Bekenntnisses, denselben rechtlichen Einschränkungen wie alle anderen »weißen« bzw. »kaukasischen« Bürger der Stadt. Angeblich versuchen sie jetzt, dieser kulturellen Schizophrenie durch eine Identifikation mit einem »weißen« Europa zu entkom-

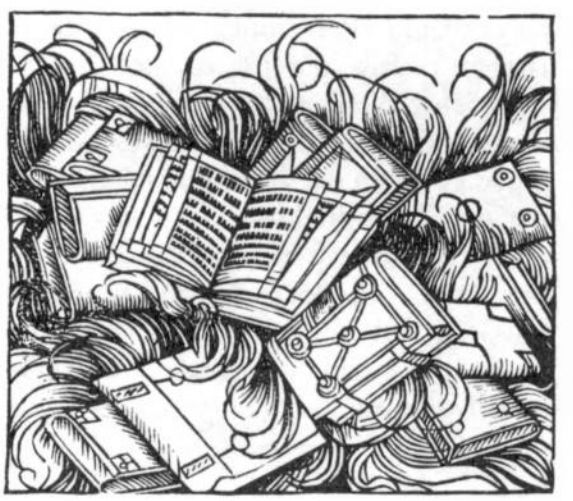
men. Trotz P.s Begeisterung bleibe ich skeptisch.

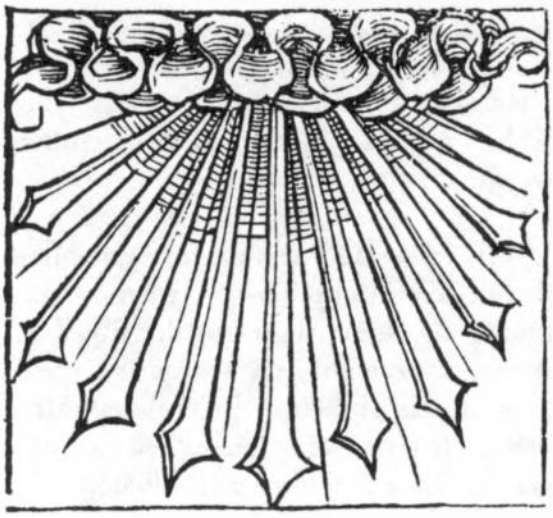
15. Mai 2089 Mein Mittagstischler hat gemerkt, daß ich ihm neuerdings mißtraue, und mich mit einem doppelten Geständnis bestraft: er heißt Rolf und ist Mitglied der Katakombenkirche. Zum Beweis krempelt er den linken Hemdärmel hoch und zeigt mir ein über dem Bizeps eintätowiertes Kreuz. Anschließend verwickelt er mich in eine Debatte über die Menschenrechte, die offenbar auch in kirchlichen Untergrundzirkeln seit einiger Zeit heftig studiert werden. Als ich ihn auf die Priestermorde während der Französischen Revolution anspreche, überrascht er mich mit der Aussage, Robespierre sei ein tief religiöser Mann gewesen, dem es vor allem auf eine Erneuerung des Glaubens an ein »Höchstes Wesen« angekommen sei. Wie immer in Gesprächen mit gläubigen Menschen komme ich mir hilflos vor.

28. Mai 2089 Bevor ich Rolf nun doch drei Bücher über die Revolution leihe, habe ich versucht, sie selbst noch einmal zu lesen. Das übliche Gewirr von Daten und Namen, aus dem jeder Verfasser eine andere sinn- bzw. verhängnisvolle Entwicklung herauszulesen versucht. Wie gegen Ende meiner aktiven Laufbahn verstärkt sich mir das Gefühl, daß man Geschichte weder schreiben noch lehren, geschweige denn machen kann: sie läßt sich höchstens fälschen.
Immerhin scheint es während der Revolution eine – wenn auch nur kurze – Zeit gegeben zu haben, in der man die Wahl zwischen Terror und Korruption hatte. Ein Glücksmoment. (Natürlich weiß ich, daß diese Annahme unsinnig ist: erst hat der Terror die Korruption – Danton – erledigt, dann die Korruption den Terror – Robespierre. Aber in Zeiten, in denen Terror *und* Korruption Hand in Hand gehen, ist es tröstlich, sich einen historischen Augenblick zu träumen, an dem man die Wahl gehabt hätte. Wahrscheinlich werde ich alt.)

3. Juni 2089 Gestern ist eine angeblich gewaltfreie Menschenrechtsdemonstration in der Innenstadt mit der üblichen Brutalität zerschlagen worden – übrigens durch einheimische Polizeikräfte. Das Afroasiatische Sicherheitskontingent ist in den Kasernen geblieben.
Rolf ist heute mittag nicht erschienen. Hoffentlich hat er sein Katakombenchristentum nicht zur Unzeit auf die Straße getragen.

4. Juni 2089 Zum Glück ist Rolf nichts passiert. Bei der Straßenschlacht vorgestern sind aber mehrere Lieferwagen des Rollenden Mittagstischs zum Barrikadenbau verwendet und dabei fahruntüchtig geworden, weshalb gestern mehrere Touren ausfallen mußten. Zum Ausgleich für die entgangene Mahlzeit verehrt er mir eine Reliquie, die er auf dem Polnischen Markt in einem Stapel alter Postkarten und Fotografien entdeckt hat. Es handelt sich um eine Ansichtskarte, die vor hundert Jahren jemand aus Paris an eine Frau Lange-Müller in Berlin geschickt hat. Sie zeigt je eine geflügelte und eine ungeflügelte





Dame, die auf einem Podest sitzen, in das mit Goldbuchstaben der französische Originaltext der Menschen- und Bürgerrechte zweispaltig eingraviert ist. Der handschriftliche Text auf der Rückseite ist in Druckbuchstaben und nicht ohne Witz: »Liebe Katja – wie Du richtig geschrieben hast: Auch Bankiersfrauen haben nichts zu verlieren als ihre Ketten. Herzliche Grüße, auch an Elfriede, die Ratte – Dein«. Die Unterschrift ist unleserlich.

18. Juni 2089 Seit Anfang Mai finden in zunehmend mehr Groß- und Provinzhauptstädten der alttechnologischen Industriezone Europa sogenannte Donnerstagsdemonstrationen statt – eine Tatsache, die in den Medien nicht erwähnt wird und sich erst allmählich unter der Hand herumspricht. Begonnen hat es wohl in Paris und London, Berlin hat sich relativ spät angeschlossen. Dafür wächst die Beteiligung hier besonders stark – vorgestern sollen es bereits 50 000 gewesen sein, was unter Umständen die Zurückhaltung der Polizei erklärt. Organisiert werden die Demonstrationen von Menschenrechtszirkeln und der Katakombenkirche, die über ein für eine Untergrundsekte erstaunlich gutes Kommunikationsnetz zu verfügen scheint.

27. Juni 2089 Völlig überraschender Besuch von P., der mich seit mindestens vier Jahren nicht mehr zu Hause aufgesucht hat. Es genüge ihm jetzt nicht mehr, mich nur einmal im Monat beim Stammtisch zu sehen, er *müsse* mit mir reden. Ich bitte ihn herein.
Worüber er dann – mit unangemessener Euphorie – spricht, ist eine angebliche Wiedergeburt Europas, die in revolutionärer Veränderung zu einem neuen 14. Juli führen werde. Ich stelle ihm vor Augen, daß die genuin europäischen Methoden in Wirtschaft, Technik und Politik Folgen gehabt haben, die eine Wiedergeburt wenig wünschenswert erscheinen lassen. So subjektiv unangenehm es für uns ist, so objektiv verständlich ist doch, daß die farbigen Weltvölker uns mit unserem Schrott in einer alttechnologischen Industriezone mit nur beschränkter Selbstverwaltung zerniert und im übrigen strenger Kontrolle unterworfen haben.
Daraufhin wirft er mir mangelndes bzw. kolonisiertes Selbstbewußtsein vor. Um die Atmosphäre zwischen uns zu entspannen, schenke ich ihm Rolfs Postkarte mit den Menschenrechten. Seine Rührung beschämt mich beinahe, er umarmt mich und verläßt mich bewegt.

1. Juli 2089 Rolf hat mir meine Bücher zurückgegeben. Er ist nicht dazu gekommen, sie zu lesen, und nimmt an, daß er auch in den nächsten Wochen keine Zeit dafür finden wird. Er ist jetzt jeden Donnerstag dabei, gestern sollen es 120 000 Demonstranten allein hier in Berlin gewesen sein.
Ich äußere meine Vorbehalte gegenüber einer revolutionären Begeisterung, die es versäumt, aus der Geschichte vergangener Revolutionen zu lernen. Er erwidert, ich hätte ihm die Bücher früher leihen müssen, er habe mich seinerzeit rechtzeitig danach gefragt.
Ich versuche es noch mit dem Hinweis,

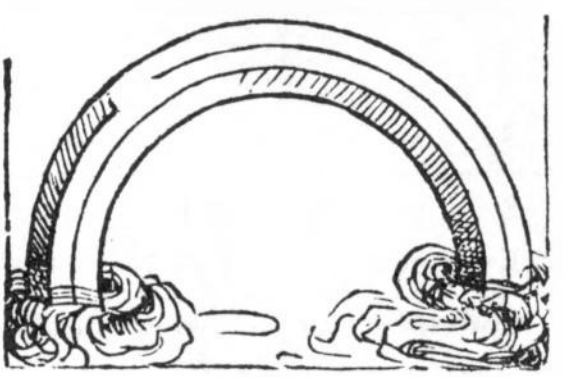
bei allen mir bekannten Revolutionen habe es enorme Diskrepanzen zwischen den ursprünglich angestrebten und den schließlich erreichten Zielen gegeben. Mit großer Bestimmtheit erklärt er mir, alle Fortschritte seien nur auf revolutionären Wegen erzielt worden. Die von mir monierten Zielabweichungen seien lediglich ein Beweis für die Fähigkeit der revolutionären Bewegung, sich im revolutionären Prozeß zu korrigieren und zu wandeln, ein Beweis für ihre Lebendigkeit also.

7. Juli 2089 Gestern hat das Fernsehen erstmals Bilder von den europaweiten Donnerstagsdemonstrationen gezeigt. Fast überall tragen die Teilnehmer – in Berlin über 150 000 – brennende Kerzen in den Händen, wodurch die Umzüge mehr an Prozessionen als an Demonstrationen erinnern. Erstaunlich die immer noch durchgehaltene Gewaltlosigkeit, zu der allerdings alle Oppositionsgruppen ständig aufrufen.
Heute früh im Radio dann die Nachricht, daß die Gouverneure von Britannien und Gallien der Opposition ihrer Provinzen Gespräche angeboten haben. Der Gouverneur von Germanien stellt sich weiterhin stur.

11. Juli 2089 Mein Sohn hat tatsächlich den für seinen Sohn bestimmten Bauhaus-Baukasten seiner eigenen Spielzeugsammlung einverleibt. Das Kind ist angeblich zu klein, um den Wert des Geschenks richtig würdigen zu können. Meine Schwiegertochter ruft aber nicht deshalb an, sondern um mir mitzuteilen, daß das Ensemble des »Schauhaus« am Boulevard der Weltkultur gestern in der Pause vor dem Vorhang kollektiv die Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte aus dem Jahr 1789 verlesen hat. Obwohl die Afroasiatische Kulturaufsicht für den Fall einer derartigen Demonstration dem gesamten Ensemble die Strafversetzung zu den Salzburger Festspielen angedroht hatte, haben sich alle beteiligt. Der Beifall soll stark und langanhaltend gewesen sein.

15. Juli 2089 Gestern hat das Afroasiatische Hochkommissariat für die alttechnologische Industriezone Europa den Gouverneur von Germanien abberufen und durch seinen Stellvertreter ersetzt – vorläufig, wie betont wurde. Der Interimsgouverneur, ein konzilianter Palästinenser, der bisher für die Innere Sicherheit zuständig war, soll Verhandlungen mit der Opposition aufnehmen. Eine Änderung des Wahlrechts ist in Aussicht gestellt worden. Am Abend zogen 250 000 Berlinerinnen und Berliner den Boulevard der Weltkultur entlang, der vielleicht demnächst wieder Kurfürstendamm heißen wird. Ich habe die ganze Nacht vergeblich versucht, ein Zitat zu verifizieren, das mir seit ein paar Tagen im Kopf herumgeht. Es stammt von einer osteuropäischen Kommunistin, die im frühen 20. Jahrhundert von preußischer Soldateska in Berlin ermordet worden ist. Diese Frau – deren Name mir entfallen ist – hat einen Satz formuliert, an den ich mich leider nur noch ungenau erinnere. Er hieß ungefähr: »Die Revolution sagt: Ich bin, ich war, ich werde gewesen sein.«

Yaak Karsunke



Anmerkungen der Redaktion

Rudolf von Woldeck: siehe auch seine Beiträge »Die Ordnung der Atmosphäre« (Kursb. 96), »Forscherglück« (Kursb. 95), »Der Stoff, durch den wir sind« (Kursb. 92), »Nachruf auf SDI« (Kursb. 86), »Warnung vor der Wahrscheinlichkeit« (Kursb. 85).

Beate Ziegs, geboren 1952, arbeitet als freie Kultur- und Wissenschaftsautorin für den Hörfunk sowie als Regisseurin und Übersetzerin; lebt in Berlin.

Karl-Heinz Becker ist Fachleiter für Informatik am Wissenschaftlichen Institut für Schulpraxis in Bremen. Zusammen mit *Michael Dörfler* verfaßte er: *Dynamische Systeme und Fraktale* (Vieweg Verlag 1988).

Wolfgang Coy, geboren 1947, lehrt Informatik an der Universität Bremen.

Rudolf A. Treumann, geboren 1942, unterrichtet Physik an der Universität München.

Wolfgang Krohn, geboren 1941, arbeitet auf den Grenzgebieten von Wissenschaftsphilosophie, -soziologie und -geschichte an der Universität Bielefeld.

Günter Küppers, geboren 1939, ist Physiker und arbeitet über Theorien der Wissenschaftsentwicklung an der Universität Bielefeld.

Bernd Mahr, geboren 1945, ist Professor im Institut für Software und Theoretische Informatik an der Technischen Universität Berlin.

Christa Hackenesch, geboren 1953, ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Philosophie der Technischen Universität Berlin.

Eckart Britsch, geboren 1952, Soziologe, lebt in Berlin und arbeitet am Bennigton College in Vermont, USA.

Rainer Paslack, geboren 1950, arbeitet als Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Bielefeld über Themen der Wissenschaftssoziologie und -philosophie.

Peter Kammerer, geboren 1938, arbeitet als freier Journalist in Rom und lehrt Volkswirtschaft an der Universität Urbino.

Herbert Jaeger, geboren 1958, ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Bielefeld; Arbeitsgebiet: Künstliche Intelligenz.

Kursbuch 99	**Kunst – Betrieb**	März 1990
Kursbuch 100	**Die Welt von morgen**	Mai/Juni 1990

Vorschauen auf die beiden Nummern enthält der Beihefter in dieser Ausgabe zwischen den Seiten 32 und 33.

256 Seiten, 5 Abbildungen,
gebunden DM 32,–

Therese Huber (1764–1829) Schriftstellerin und erste deutsche Redakteurin, Ehefrau des berühmten Weltreisenden, Schriftstellers und Mainzer Revolutionärs Georg Forster und dann des Journalisten und Schriftstellers Ludwig Ferdinand Huber, dokumentiert ein Stück jener deutschen Vergangenheit, in der eine neue Ordnung sich nur schwer von der alten ablöste. Ihr Versuch, als Frau den herrschenden männlichen Vorstellungen zu entsprechen und dennoch für politische und persönliche Freiheit zu kämpfen, ist symbolisch für diese Umbruchzeit. Da der Weg aus diesen alten Vorstellungen und Ordnungen auch heute noch nicht zu Ende ist, erkennen wir in ihrem Leben und ihrer Zeit nur scheinbar vergangene Bilder unserer Freiheit und Unfreiheit.

Henssel

AUF DIE TANNENBÄUME!

Hans A. Pestalozzis Bestseller „Nach uns die Zukunft“ war nur der erste Schritt: Ging es damals um die „positive Subversion“, so empfiehlt HAP heute: „Wir müssen nicht gegen den Strom schwimmen! Geht zu Fuß, weg vom Fluß!“

(352 S., 29,80 DM)

Fordern Sie unser Verlagsprospekt an!
ZytgloggeVerlag
Cäsariusstr. 18 • 5300 Bonn 2

Lesen Sie mal!

KLAUS VÖLKER
Boris Vian: Der Prinz von Saint-Germain
Ein Lese- und Bilderbuch
Bilder, Ansichten und Geschichten aus dem Leben eines genialen Provokateurs.
Französische Broschur. Großformat.
160 Seiten mit vielen Bildern, DM 29.80

ARLETTE FARGE
Das brüchige Leben
Verführung und Aufruhr im Paris des 18. Jahrhunderts
Erzählt wird die Geschichte des »peuple«, der einfachen Leute, in der brüchig gewordenen ›Alten Ordnung‹ des vorrevolutionären Paris.
Aus dem Französischen von Wolfgang Kaiser.
Englische Broschur. 336 Seiten mit Abbildungen, DM 39.80

JOHANNES BOBROWSKI
Im Strom Gedichte und Prosa
Eine Auswahl aus dem Gesamtwerk des großen Autors aus den ›pruzzischen Ebenen‹.
SALTO.96 Seiten, DM 19.80

DJUNA BARNES
Paprika Johnson und andere Stories
In all diesen Stories stoßen die Masken des Alltäglichen mit denen der Leute zusammen, treffen Menschen aufeinander, die nicht ihre Kontaktarmut, sondern ihre Individualität voneinander trennt.
Aus dem Amerikanischen von Karin Kersten.
Wagenbachs Taschenbücherei 173. 128 Seiten, DM 15.–

Das schwarze Brett
Herausgegeben von Klaus Wagenbach
Geschichten, Bilder und Gedichte aus 25 Jahren.
Broschur. 256 Seiten mit vielen Bildern, DM 5.80

Unsere Bücher finden Sie bei *Ihrem* Buchhändler.
Schreiben Sie uns eine Postkarte, dann schicken wir Ihnen unseren jährlichen Almanach ZWIEBEL:
Ahornstraße 4, 1000 Berlin 30

Wagenbach

falter

In der Lösung von Rätseln, die uns die eigene Seele aufgibt, entfaltet sich das Geheimnis der menschlichen Freiheit.

ADAM BITTLESTON
Einsamkeit
Aus dem Englischen von Susanne Lenz
Ca. 130 Seiten, geb. ca. 22,– DM (Falter 1)
ISBN 3-7725-1051-5

DAN LINDHOLM
Vom Engel berührt
Schicksalsbegegnungen
Ca. 80 Seiten, geb. ca. 20,– DM (Falter 2)
ISBN 3-7725-1052-3

GEORG KÜHLEWIND
Weihnachten
Die drei Geburten des Menschen
102 Seiten mit 4 farb. Tafeln, geb. ca. 22,– DM (Falter 3)
ISBN 3-7725-1053-1

VERLAG FREIES GEISTES-LEBEN

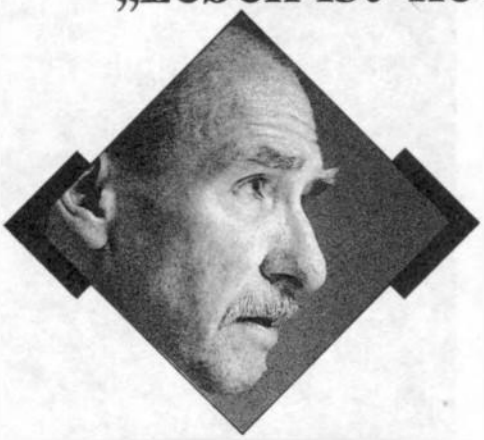
Giulio Carlo Argan
Kunstgeschichte als Stadtgeschichte
Aus dem Italienischen von Volker Breidecker und Heinz Jatho
325 Seiten, Franz. Broschur
DM 44,–
3-7705-2579-5

Kunstgeschichte als Stadtgeschichte:
Giulio Carlo Argan, der in Deutschland vor allem durch seine Arbeiten zur Kunst des 20. Jahrhunderts bekannt geworden ist, erscheint für einen originellen, nämlich nicht nur traditions-, sondern auch modernitätsgerechten Problemzugang geradezu prädestiniert, zumal er (als Bürgermeister von Rom) einige Jahre mit den Problemen einer *lebendigen* Stadt konfrontiert gewesen ist.

Wilhelm Fink Verlag

„Leben ist 'ne Sache. Da denkste, sie kommt noch; dabei ist's längst schon vorbei!"

(Wolfdietrich Schnurre)



COTTA'S HÖRBÜHNE

Autoren lesen

Erleben Sie die Werke bedeutender Schriftsteller hautnah per Cassette.

Jean Améry
An den Grenzen des Geistes
Produktion: SDR, 1964
ISBN 3-12-810450-6. DM 19,80 ⊛

Alfred Andersch
Opferung eines Widders / Die Arktis seiner Lordschaft
Produktion: HR, 1963
ISBN 3-12-810610-X. DM 19,80 ⊛

Gottfried Benn
Gedichte / Soll die Dichtung das Leben bessern? / Der Ptolemäer
Produktion: NWDR, 1950–1956
ISBN 3-12-810430-1. DM 19,80 ⊛

Urgesicht und Gedichte
Produktion: NWDR, 1950–1956
ISBN 3-12-761220-6. DM 19,80 ⊛

Helmut Heißenbüttel
Texte und Gedichte
Sprech-Inszenierungen
Produktion: Klett 1988
ISBN 3-12-810440-9. DM 19,80 ⊛

Siegfried Lenz
Nachzahlung / Mein verdrossenes Gesicht / Gelegenheit zum Verzicht
Produktion: SWF, 1958/61/65
ISBN 3-12-810620-7. DM 19,80 ⊛

Wolfdietrich Schnurre
Mein Leben als Zeitgenosse
Prosatexte und Gedichte
Produktion: Klett 1988
ISBN 3-12-761290-7. DM 19,80 ⊛

Christa Wolf
Kassandra
Produktion: NDR, 1982
ISBN 3-12-810590-1. DM 19,80 ⊛

⊛ Unverbindliche Preisempfehlung

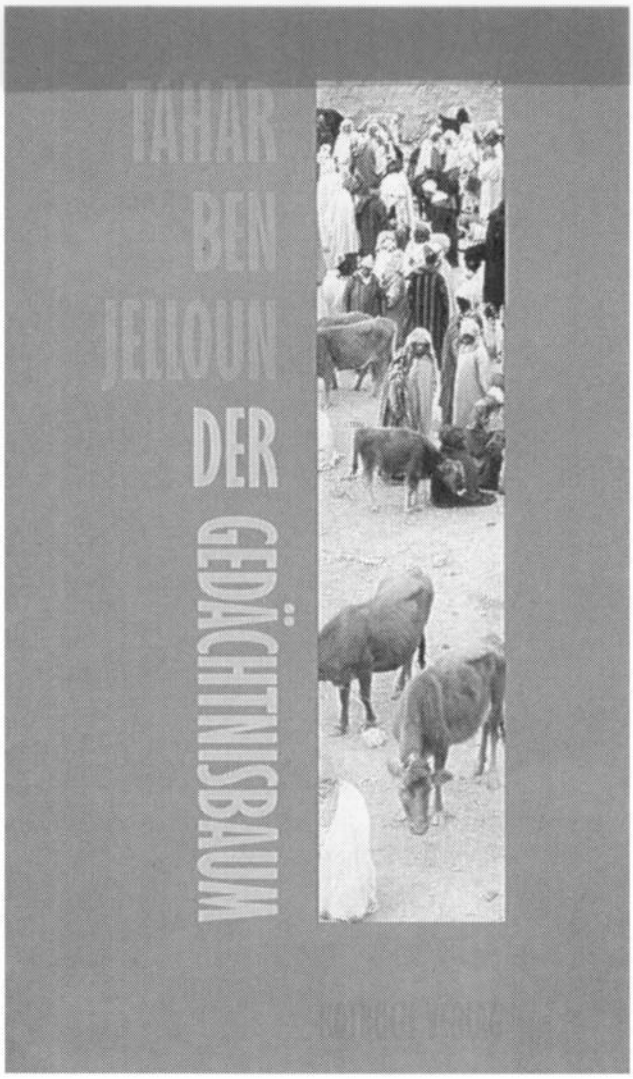
Die Cassetten der Hörspiel-Edition „Cotta's Hörbühne" sind im Buch- und Schallplattenhandel erhältlich. Eine kostenlose Hörprobe (P 760347) gibt's beim Verlag.

Klett

Preise: Stand August 1989

Ernst Klett Verlag für Wissen und Bildung
Postfach 10 60 16, 7000 Stuttgart 10

0.Nr.



Der Zauber des Maghreb. Kein Buch *Tahar Ben Jellouns* ist so mit der Poesie der nordafrikanischen Landschaft und ihrer Geschichte verbunden worden wie *Der Gedächtnisbaum*. »Eine Erzählkunst, geschliffen im Geist der französischen Sprache, genährt von der bilderträchtig-poetischen Sensualität des Orients, zeugt von einer glückhaften Kohabitation.« *Gunnar Ortlepp*, SPIEGEL

TAHAR BEN JELLOUN
DER GEDÄCHTNISBAUM

Roman aus dem Französischen von Christiane Kayser
gebunden, mit Schutzumschlag
144 Seiten, DM 26.-

ROTBUCH VERLAG

Einladung in die Renaissance

Gene Brucker bittet zu einem historischen Stadtbummel durch die Renaissance. Florenz ist ihre Hauptstadt. Sie bringt im 14. und 15. Jahrhundert neue Künste, Stile und Techniken, neue Ideen und Mentalitäten hervor. Brucker zeigt eine der kreativsten Epochen der europäischen Geschichte in rowohlts enzyklopädie, der wissenschaftlichen Reihe im Taschenbuch.

480/DM 24,80